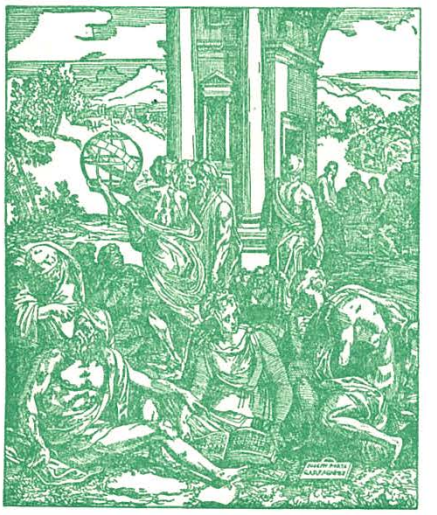
ISSN 0370-3908
eISSN 2382-4980

80 Años 1936 – 2016

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Vol. 41 • Suplemento - Clásicos 1936-1986 • Págs. 1-564 • Diciembre de 2017 • Bogotá - Colombia



(PUBLICACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL)

Clásicos

1936-1986

EDITORIAL DE LA LITOGRAFIA COLOMBIA, S. A. — BOGOTA

ISSN 0370-3908
eISSN 2382-4980

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

80 Años 1936 – 2016

Vol. 41 • Suplemento - Clásicos 1936-1986 • Págs. 1-564 • Diciembre de 2017 • Bogotá - Colombia

Comité editorial

Editora

Elizabeth Castañeda, Ph. D.
Instituto Nacional de Salud,
Bogotá, Colombia

Editores asociados

Ciencias Biomédicas

Luis Fernando García, M.D., M.Sc.
Universidad de Antioquia, Medellin, Colombia

Gustavo Adolfo Vallejo, Ph. D.
Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia

Luis Caraballo, Ph. D.
Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia

Juanita Ángel, Ph. D.
Pontificia Universidad Javeriana,
Bogotá, Colombia

Manuel Franco, Ph. D.
Pontificia Universidad Javeriana,
Bogotá, Colombia

Alberto Gómez, Ph. D.
Pontificia Universidad Javeriana,
Bogotá, Colombia

John Mario González, Ph. D.
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Ciencias del Comportamiento

Guillermo Páramo, M.Sc.
Universidad Central, Bogotá, Colombia

Rubén Ardila, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia

Fernando Marmolejo-Ramos, Ph. D.
Universidad de Adelaide, Adelaide, Australia

Ciencias Físicas

Pedro Fernández de Córdoba, Ph. D.
Universidad Politécnica de Valencia, España

Diógenes Campos Romero, Dr. rer. nat.
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia

Román Eduardo Castañeda, Dr. rer. nat.
Universidad Nacional, Medellín, Colombia

María Elena Gómez, Doctor
Universidad del Valle, Cali

Gabriel Téllez, Ph. D.
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Jairo Roa-Rojas, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia

Ángela Stella Camacho Beltrán, Dr. rer. nat.
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Hernando Ariza Calderón, Doctor
Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

Edgar González, Ph. D.
Pontificia Universidad Javeriana,
Bogotá, Colombia

Guillermo González, Ph. D.
Universidad Industrial de Santander,
Bucaramanga, Colombia

Ciencias Naturales

José Luis Fernández Alonso, Doctor
Real Jardín Botánico, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, España

Jaime Cantera, Doctorat d´Etat
Universidad del Valle, Cali, Colombia

Gabriel Roldán, Dr. rer. nat.
Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Antioquia, Colombia

Carlos Daniel Cadena Ordoñez, Ph. D.
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Patricia Chacón de Ulloa, Ph. D.
Universidad del Valle, Cali, Colombia

Sandra Baena Garzón, Ph. D.
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Néstor Hernando Campos Campos, Dr. rer. nat.
Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, Colombia

Martha Patricia Ramírez Pinilla, Ph. D.
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

Fabio Castaño-Zapata, Ph. D.
Universidad de Caldas, Manizales, Colombia

Ciencias Químicas

Sonia Moreno Guaqueta, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Moisés Wasserman Lerner, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Myriam Sánchez de Gómez, M.Sc.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Fernando Martínez, Docteur en Chimie
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

Betty Lucy López Osorio, Ph. D.
Universidad de Antioquia, Medellin, Colombia

Ligia Sierra, Ph. D.
Universidad de Antioquia, Medellin, Colombia

Luz Marina Jaramillo, Ph. D.
Universidad del Valle, Cali, Colombia

Edgar Páez, Ph. D.
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

Luis Fernando Echeverry, Ph. D.
Universidad de Antioquia, Medellin, Colombia

Ciencias de la tierra

Germán Poveda Jaramillo, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia

Carlos Alberto Vargas, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Carlos Alberto Jaramillo Muñoz, Ph. D.
Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá

José Daniel Pabón, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Matemáticas

Jorge Ivan Cossio Betancur, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia

Luis Español González, Doctor
Universidad de la Rioja, España

Jaime Ignacio Lesmes Camacho, Dr. phil. nat.
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Luis Carlos Arboleda, Doctor
Universidad del Valle, Cali, Colombia

José R. Quintero, Ph. D.
Universidad del Valle, Cali, Colombia

Alf Onshuus, Ph. D.
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Comité científico internacional

Ángela María Guzmán, Ph. D.
University of Central Florida, Orlando, Estados Unidos

Antoine M. Cleef, Ph. D.
University of Amsterdam, The Netherlands

Rodolfo Castillo, Ph. D.
Fort Lauderdale, Florida, USA

Carlos Jiménez, Ph. D.
Universidad de La Coruña, España

Gioconda San Blas, Ph. D.
Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas, Venezuela

Alfonso Castro, Ph. D.
Harvey Mudd College, Claremont, CA, USA

José Rubens Pirani, Ph. D.
Universidade de São Paulo, Brasil

Wolfgang Gieren, Ph. D.
Universidad de Concepción, Chile

Pedro Joseph Natham, Ph. D.
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, México

Asistencia y coordinación editorial
Carolina Acosta

Corrección de estilo y ortografía
Marta Renza

Diseño y diagramación
Johanna Morales

Reseñada en los siguientes índices nacionales e internacionales:

Actualidad Iberoamericana
Agris
Dialnet
EBSCO
Historia Mathematica
Index Kewensis
Latindex
Mathematical Reviews
MathSciNet (on line data base)
OCLC (Online Computer Library Center)
PERIODICA
Publindex, Colciencias
SciELO, Colombia
Zentralblatt für Mathematik
Zoological Record

Publindex, Colciencias (convocatoria 768 de 2016), categoría B

Periodicidad: trimestral
Fecha de inicio: 1936
Tamaño: 21,5 x 28 cm
Papel: propalmate de 90 gr.
Solicitud de canje

Esta publicación se ha financiado mediante la transferencia de recursos del Gobierno Nacional a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

La Academia no es responsable de las opiniones aquí expresadas.

Reservados todos los derechos. El contenido de la presente publicación no puede ser reproducido, ni transmitido por ningún procedimiento electrónico, mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética, ni registrado por ningún sistema de recuperación de información, en ninguna forma, ni por ningún medio, sin la previa autorización por escrito del titular de los derechos de explotación de la misma.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización previa de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

Impreso en Colombia



Portada

Reproducción de la portada del volumen 1, número 1, de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, publicada en diciembre de 1936.
Giardino di Pensieri, El jardín del pensamiento. Fecha: 1540
Grabado en madera diseñado por Giuseppe Salviati (Giuseppe Porta, *Il Salviati*) (Castelnuovo di Garfagnana ca. 1520–Venecia, Italia ca. 1575)
Original de Marco Dente (Rávena, Italia 1490-Roma, Italia 1527)
Dimensiones: 23,9 x 19,3 cm
Colección del Museo Metropolitano de Arte, Nueva York, Estados Unidos (The MET)
Autorizada su reproducción el 19 de diciembre de 2016

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Cra. 28 A no. 39A - 63 Bogotá D.C., Colombia, CP 111311 • **PBX:** +57(1)555-0470
Sitio web: www.raccefyn.co • **Correo electrónico:** revista@accefyn.org.co

Academia Colombiana de Ciencias
Exactas, Físicas y Naturales

ISSN 0370-3908
eISSN 2382-4980

80 Años 1936 – 2016

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Vol. 41 • Suplemento - Clásicos 1936-1986 • Págs. 1-564 • Diciembre de 2017 • Bogotá - Colombia

Contenido - Contents

Editorial

Una historia de 50 años: crónica de una celebración
A tale of 50 years: Chronicle of a celebration
Elizabeth Castañeda 9

Prologo

Prólogo
Prologue
Enrique Forero 11

Ciencias Biomédicas
Biomedical Sciences

Estudios sobre virus transmitidos por artrópodos en Colombia
Studies on viruses transmitted by arthropods in Colombia
Hernando Groot Liévano
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Alberto Gómez Gutiérrez 12

Bartoneliasis fiebre verrugosa del Guáitara
Guáitara bartonellosis or wart fever
Luis Patiño Camargo
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
John Mario González 34

Ciencias del Comportamiento
Behavioral Sciences

Evidencia de cazadores en el sitio de La Gloria, Golfo de Urabá
Evidence of hunters in La Gloria, Gulf of Urabá
Gonzalo Correal Urrego
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Rubén Ardila 56

Apuntes etnográficos sobre los indios del alto Sinú
Etnographic notes on the Upper Sinú Natives
Gerardo Reichel-Dolmatoff
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Ana María Groot 63

Ciencias Físicas
Physical Sciences

Fórmulas definitivas para el cálculo del movimiento de la luna por el método de Hill-Brown y con la notación usada por Henri Poincaré en el Tomo III de su curso de mecánica celeste
Final formulas for the calculation of the movements of the moon using the Hill-Brown method and Henri Poincaré's notation as established in Volume III of his course on celestial mechanics
Julio Garavito Armero
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Román Castañeda Sepúlveda 80

El sismoscopio eléctrico
The electrical seismograph
J Rafael Urdaneta B
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Horacio Torres Sánchez 92

Ciencias Naturales
Natural Sciences

Botánica
Botany

Aspectos de la vegetación natural de Colombia
Aspects of the natural vegetation of Colombia
José Cuatrecasas Arumi
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Enrique Forero 100

La riqueza de la flora colombiana
The richness of Colombian flora
Richard Evans Schultes
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
José Luis Fernández Alonso 182

Entomología
Entomology

Las garrapatas de la República de Colombia
Mites from the Republic of Colombia
Ernesto Osorno Mesa
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Paulina Muñoz 202

Membracidae colombianae.
Revisión de las especies colombianas del género *Membracis*
Membracidae colombianae.
Revision of Colombian species belonging to genus *Membracis*
Leopoldo Richter
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Fernando Fernández Castiblanco 222

Herpetología
Herpetology

Desarrollo de la herpetología en Colombia
Development of herpetology in Colombia
Federico Medem
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Julio Mario Hoyos H, Sandra Baena 247

Medio Ambiente
Environment

Elementos de análisis de la gestión ambiental del estado
Elements for the analysis of the State's environmental management
Julio Carrizosa Umaña
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Margarita Perea 305

Colombia: un archipiélago biológico
Colombia: A biological archipelago
Luis María Murillo Quinche
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Antoine Cleef 321

Palinología de la Región de "Laguna de los Bobos", Historia de su Clima, Vegetación y Agricultura durante los últimos 5.000 años
Palynology of the "Los Bobos" Lake region, history of its climate, vegetation and agriculture during the last 5.000 years
Thomas Van Der Hammen
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
J Orlando Rangel-Ch 346

Ornitología
Ornithology

Contribución al estudio y conocimiento de las aves rapaces de Colombia
Contribution to the study and knowledge of Colombian birds of prey
Federico Carlos Lehmann Valencia
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Jaime Cantera 353

Introducción a la historia de la ornitología colombiana
Introduction to the history of Colombian ornithology
Antonio Olivares Celis
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Orlando Alfonso Acevedo Charry 363

Ciencias Químicas
Chemical Sciences

Venenos de flecha de Colombia
Arrow poisons from Colombia
Kalman Mezey
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Luis Fernando Echeverry 373

Estructura de las esmeraldas de Muzo
Structure of Muzo emeralds
Antonio María Barriga Villalba
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Edgar Páez Mozo, Fernando Martínez Ortega 382

Ciencias de la Tierra
Earth Sciences

Historia geológica de Colombia. Prólogo de Luis Guillermo Durán y esquema biográfico del autor por Dabeyba de Cuervo
Geological history of Colombia. Prologue by Luis Guillermo Durán and author's biographical summary by Dabeyba de Cuervo
Hans Bürgl
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
José A. Lozano, Jorge A. Brieva 391

Ciencias de la Tierra
Earth Sciences

Las glaciaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta
Glaciations of the Sierra Nevada de Santa Marta
Henry Cornelius Raasveldt
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Carlos Jaramillo, Sebastián Gómez 450

Meteorología y climatología de la vertiente del Pacífico colombiano
Meteorology and climatology of the Colombian Pacific gradient
Hans Trojer
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Germán Poveda 467

Contribución a la Meteorología Colombiana
Contribution to the Colombian meteorology
Jorge Álvarez Lleras
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
José Daniel Pabón 491

Matemáticas
Mathematics

Teoría de conjuntos
Set theory
Francisco Vera Fernández de Córdoba
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Clara Helena Sánchez 516

Sobre las geometrías no euclidianas: Notas históricas y bibliográficas
About non-Euclidean geometries: Historical and bibliographical notes
Francisco José Duarte Isava
Reseña biográfica y comentario al artículo/Biographical summary and comments to the article
Clara Helena Sánchez 528

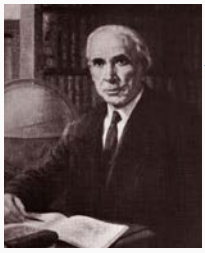
Artículos preseleccionados
Preselected articles 548

Agradecimientos y créditos
Acknowledgements and credits 551

Enfoque y alcance
Focus and Scope 554

Editores entre 1936 y 1986

Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



1936 - 1947, 1950

Jorge Alvarez Lleras

- **Volúmenes:** 1-7
- **Números:** 1-27



1956 - 1961

Luis María Murillo

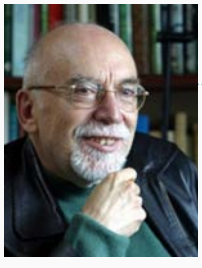
- **Volúmenes:** 9-11
- **Números:** 36-43



1972 - 1973

Gustavo Perry Zubieta

- **Volúmenes:** 14, 15
- **Números:** 53-56



1983 - 1984, 1986

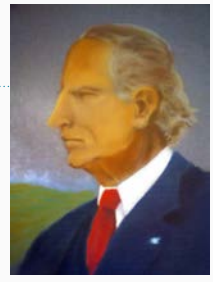
Julio Carrizosa Umaña

- **Volúmenes:** 15, 16
- **Números:** 58-61

1951 - 1954

Belisario Ruiz Wilches

- **Volúmenes:** 7-9
- **Números:** 28-35



1962 - 1970

Luis Duque Gómez

- **Volúmenes:** 11-13
- **Números:** 44-52



1981

Luis Eduardo Mora Osejo

- **Volumen:** 15
- **Número:** 57



Editorial

Una historia de 50 años: crónica de una celebración

El primer número de la **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales** se publicó en diciembre de 1936 bajo la dirección editorial de Jorge Álvarez Lleras, es decir, estamos celebrando 80 años de publicación de una revista científica en nuestro país, un hito que no podía pasar inadvertido. ¿Cómo destacar esta efeméride? Al revisar la historia de las publicaciones científicas que se han destacado por su gran impacto, se observa que la celebración en otras revistas de trayectoria en el mundo en eventos similares con motivo de los 100 años, y en algunas incluso los 200 años de su publicación, incluyó la selección y reproducción de artículos considerados como clásicos o pioneros en los campos del conocimiento de su especialidad. En esos casos, el criterio para su escogencia se basó en el impacto del artículo, así como en su permanencia en el tiempo. Por otra parte, la cuarta acepción de la definición de clásico en el Diccionario de la Real Academia Española reza así: *perteneciente o relativo al momento histórico de una ciencia en el que se establecen teorías y modelos que son la base de su desarrollo posterior.*

Estos fueron los criterios que acogimos para seleccionar nuestros propios clásicos y conmemorar los 80 años de vida de la **Revista** escogiendo los artículos más destacados publicados durante sus primeros 50 años de vida en cada una de las siete áreas del conocimiento consideradas de interés. Dicha selección quedó a cargo, en primera instancia, de los Editores Asociados que conforman el Comité Editorial de la Revista y velan regularmente por la calidad de los artículos admitidos para publicación, así como de algunos académicos que gustosamente accedieron a participar en esta tarea abrumadora, pues se trataba de revisar alrededor de 600 artículos contenidos en 16 volúmenes y 61 números.

A tono con el método científico, el plan de trabajo se inició con una prueba piloto para establecer la viabilidad de la idea y su realización a partir de los elementos con que contábamos. En diciembre de 2016 comenzó la prueba con la ayuda de académicos representantes de las diferentes disciplinas. Un mes más tarde, pudimos constatar los excelentes resultados de nuestra primera etapa, lo cual nos permitió iniciar la fase de preselección de los artículos clásicos o pioneros de cada disciplina en marzo de 2017, labor que nos tomó seis meses. Lo primero que debe destacarse del proyecto fue el entusiasmo y el empeño de los editores asociados y de los académicos que asumieron la tarea y la llevaron a buen fin. El entusiasmo respondió, en parte, al descubrimiento que constituyó esta "visita" a la Revista y a los artículos en ella publicados, los cuales recogían momentos estelares de nuestra historia científica, tan poco conocida, cuando no olvidada, que ahora se revelaba a todos, con el valor agregado de hacerla visible para las nuevas generaciones.

Los resultados de la preselección fueron sorprendentes y, de alguna manera, reprodujeron lo que ya habíamos vivido durante la prueba piloto en cuanto a la similitud en la escogencia y la diversidad de experiencias. En cada disciplina se destacaron unos cuantos artículos que lograron un consenso inmediato entre los revisores, en tanto que, en otros casos, la lista de los preseleccionados fue numerosa, hasta de 20 artículos o más, lo cual representó, naturalmente, una dificultad para alcanzar el consenso, por lo cual fue definitiva la participación de un grupo de editores asociados y académicos cuya asesoría fue invaluable.

Vale la pena mencionar que en esta etapa del proceso, algunos editores asociados consideraron que no había artículos clásicos en su disciplina, lo que llevó a adoptar el concepto de "pioneros", término que el Diccionario de la Real Academia Española define como: *persona que da los primeros pasos en alguna actividad humana.*

La siguiente etapa, la más gratificante, fue la escogencia definitiva de los artículos clásicos o pioneros a partir de la preselección hecha. En cuatro de las seis disciplinas hubo consenso inmediato en torno a dos artículos en cada caso, incluida la coincidencia en el orden de importancia de los artículos, lo cual se refleja en el orden en que los publicamos en el suplemento. En la disciplina de Ciencias Naturales fue necesario considerar una subclasificación por área del conocimiento; en este sentido vale la pena recordar que a lo largo de la trayectoria de la Revista, el 60 % de su contenido ha estado relacionado precisamente con este campo del conocimiento, y, por ello, en él, el número de artículos clásicos fue mayor que en las áreas restantes. En una de las disciplinas surgió una controversia sobre la originalidad de uno de los artículos seleccionados, lo que dio lugar a una discusión académica que constituyó una gran lección para todos. El artículo en mención fue eliminado.

El paso siguiente en el proceso fue considerar la presentación misma de los artículos. En ese momento uno de los asesores recomendó que se incluyeran una breve reseña del autor y un comentario también breve sobre el artículo mismo, sugerencia que fue aceptada. Esta brevedad obligada fue objeto de numerosos comentarios, pues la mayoría de quienes fueron invitados a escribir las reseñas quería un espacio mayor para destacar así la importancia del artículo. En este sentido, uno de los

encargados de escribir la reseña de uno de los artículos sobre botánica, por ejemplo, echó mano de un símil muy a propósito: la poda era tan extensa que lo que se obtuvo fue un bonsái. Las reseñas y los comentarios estuvieron a cargo de académicos, editores asociados, miembros del comité científico internacional, y un par de investigadores expertos, todos son una excelente introducción de cada uno de los artículos seleccionados.

Como Editora de la **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, y después de este enriquecedor proceso de un año de duración, es para mí un gran honor y un privilegio presentar a los señores académicos y a la comunidad científica nacional e internacional este **Suplemento de Clásicos, 1936-1986**. En él se han reproducido 24 artículos acompañados de sus respectivas presentaciones, dos por cada tópico en el caso de las Ciencias Biomédicas, las Ciencias del Comportamiento, las Ciencias Físicas, las Ciencias Químicas y las Matemáticas, cuatro en el caso de las Ciencias de la Tierra, y diez artículos en el de las Ciencias Naturales, los cuales se desglosaron según los tópicos, así: dos en Botánica, dos en Entomología, dos en Ornitología, tres en Medio Ambiente y uno en Herpetología. Además, en una tabla suplementaria se presenta la totalidad de los artículos preseleccionados con los respectivos vínculos para su fácil consulta.

Sea esta la ocasión de presentar mis agradecimientos a todos los Editores Asociados y a los Académicos cuyo acompañamiento durante este año hizo tan gratificante la tarea. Mi especial aprecio a la doctora Ángela Restrepo y a los doctores Alberto Gómez, John Mario González, Román Castañeda, Luis Fernando Echeverri y Enrique Forero, por estar siempre pendientes del desarrollo del presente trabajo y por brindarme no solo su apoyo sino también sus ideas. Asimismo, quiero agradecer a las profesionales Carolina Acosta, Johanna Morales y Bibiana Dimate por su permanente colaboración, y al personal del Archivo Histórico de la Pontificia Universidad Javeriana, por la excelente reproducción de los artículos citados, lo cual se debió a la oportuna intervención del profesor Alberto Gómez.

Es nuestro deseo que los lectores disfruten del presente **Suplemento** tanto como quienes trabajamos en su organización. Esperamos, además, que lo difundan, especialmente entre las nuevas generaciones. En palabras de uno de los asesores, no solo hemos justificado la selección con los comentarios que acompañan los artículos - maravillosos bonsáis todos ellos -, sino que en este ejercicio convocado por la Academia, se pudo revisar críticamente su pasado, con el fin de proyectar su futuro con la inteligencia, el compromiso y la voluntad que merecen metas tan altas como las que nos hemos propuesto.

Elizabeth Castañeda, Ph.D.
Editora

Prólogo

Solo cuando se han recorrido ochenta años de historia y se han reunido muchas de las contribuciones más importantes al desarrollo de la ciencia en Colombia, se puede apreciar la profundidad y complejidad de los conocimientos adquiridos. La magnitud de la tarea seguramente fue difícil de medir al comienzo por quienes asumieron el reto de crear y mantener una publicación científica. El número y diversidad de áreas y las limitadas condiciones con que se contaba en las primeras épocas de producción investigativa en el país, creaban un panorama hasta cierto punto abrumador. Las posibilidades eran infinitas y ya se notaba que cambiaban constantemente. Sin embargo, el proceso de evolución de la ciencia colombiana se ha desarrollado en forma natural, llegando en la actualidad a niveles de sofisticación que no habría sido posible imaginar en 1936.

Ese crecimiento se refleja en las páginas de la revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Reconociendo la riqueza científica e intelectual que se ha acumulado a través de sus ochenta años de existencia, se consideró conveniente identificar – con el apoyo de los científicos que en la actualidad hacen parte de la institución – las contribuciones que se pueden considerar clásicas para la ciencia nacional y universal en todas las áreas de las ciencias representadas en la revista. El proceso ha sido sorprendente en todo sentido, no solo por el interés que despertó entre los Académicos, sino por la naturaleza misma del ejercicio que nos permitió a todos adentrarnos en las páginas de la revista y conocer en detalle los tesoros que allí se pueden encontrar. Se decidió concentrar esfuerzos en los primeros 50 años (1936 – 1986).

El trabajo realizado por la Editora, doctora Elizabeth Castañeda, es digno de encomio. Para su fortuna, la Editora contó con un buen número de los editores asociados de la Revista y de algunos invitados, y el resultado no puede ser más satisfactorio. Las decisiones sobre los textos que podrían considerarse clásicos no siempre fueron fáciles, y algunas despertaron controversia. El producto final, lleno de verdaderas joyas de la ciencia colombiana producidas por investigadores colombianos y extranjeros, enriquece a la Academia, sirve para enaltecer la labor de muchos individuos y, en últimas, es una prueba más de que en Colombia tradicionalmente se ha hecho ciencia de la más alta calidad.

La Academia se enorgullece en presentar ante la sociedad colombiana y ante su comunidad científica actual una recopilación de algunos de los trabajos más significativos publicados en los primeros 50 años de su Revista.

Enrique Forero
Presidente
Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):12-33, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.565

Estudios sobre virus transmitidos por artrópodos en Colombia

Hernando Groot

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1964, 12 (46): 191-217.



En trabajo de campo, San Vicente del Chucurí, Santander, Colombia (Archivo familiar)

Hernando Groot Liévano (1917-2016)

Médico Cirujano de la Universidad Nacional de Colombia (1939), Máster (*Cum Laude*) en Salud Pública de la Universidad de Harvard (1942), Diploma de Alta Gerencia en la Universidad de Los Andes (1968), Catedrático de Parasitología y Medicina Tropical en la Universidad Javeriana y en la Universidad de los Andes, Miembro del Comité de Investigaciones de la Unión Europea, Presidente del Comité Científico Asesor de la Organización Panamericana de la Salud, Director del Instituto Nacional de Salud, Vice-Rector de la Universidad de los Andes, donde fue Fundador y Decano de la Facultad de Artes y Ciencias. Miembro de la Academia Nacional de Medicina, de la cual fue Presidente y Secretario Perpetuo, Miembro de la Academia Colombiana de la Lengua, Miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la cual fue Vicepresidente.

Información suplementaria disponible en: http://www.accefyn.org.co/sp/Groot_lievano.htm

El artículo del profesor Hernando Groot Liévano, con base en una colección de 2180 sueros (1792 humanos y 388 animales) tomados en un período de 5 años, cubrió un amplio espectro geográfico en el país representado por 4 regiones con diferentes ecosistemas. Este trabajo ejemplifica las mejores virtudes de una investigación sistemática y rigurosa, con el recurso de métodos vigentes en su momento para la caracterización de la inmunidad y en la puesta en evidencia de diferentes virus infectantes y patógenos en poblaciones humanas y animales.

La búsqueda y descripción pionera de la reactividad inmunitaria humana y animal frente a más de 15 tipos de microorganismos clasificados en esos años como Arbovirus (VEE, Mayaro, Una, Fiebre amarilla, Dengue 1, Dengue 2, Ilheus, St Louis, Bussuquara, Guaroa, Wyeomyia, EEE, Bunyamwera, Anopheles A, Anopheles B, Oropouche, Manzanilla y "Otros virus del grupo B"), incluyendo los primeros reportes de infecciones virales en el humano, como la del virus Guaroa, tanto como la puesta en evidencia de una respuesta anticuerpo específica a varios de estos virus en las poblaciones estudiadas por la reacción in vitro de las cepas virales referidas con los antisueros y controles correspondientes, configura un reporte clásico y básico para la historia de la microbiología en Colombia.

El artículo hace énfasis en la epidemiología viral y analiza las posibilidades reales de brotes infecciosos en la población. Delimita cuidadosamente las zonas de riesgo e indica la necesidad de aplicar los conceptos de salud pública al control de los artrópodos transmisores.

Se trata de un estudio sobre un tema relevante a escala nacional, escrito en el formato moderno de los artículos científicos, con una descripción juiciosa y detallada de la prevalencia de anticuerpos contra una importante serie de virus transmitidos por artrópodos en Colombia.

Alberto Gómez Gutiérrez, PhD FLS
Miembro Correspondiente

ESTUDIOS SOBRE VIRUS TRANSMITIDOS POR ARTROPODOS EN COLOMBIA

HERNANDO GROOT*

1. INTRODUCCION

El presente trabajo, llevado a cabo en el extinguido Instituto "Carlos Finlay" de Bogotá, principalmente tiene por objeto informar sobre los resultados de varios estudios serológicos para conocer la prevalencia de anticuerpos contra virus transmitidos por artrópodos (1) en cuatro regiones geográficas diferentes de Colombia. A estos agentes nos referiremos en forma abreviada con el término usual de "virus arbo". Los estudios, inéditos hasta ahora, comprenden 1.792 sueros humanos y 388 de origen animal, en la mayoría de los cuales se investigaron anticuerpos para diferentes virus, especialmente para fiebre amarilla, dengue, Ilheus, St. Louis, Bussuquara, Guaroa, Mayaro y encefalitis equina venezolana (VEE). En el trabajo se muestran además varias informaciones sobre aislamientos de virus, y, finalmente, como resultado de las distintas investigaciones presentadas, se describe la situación actual de los virus transmitidos por artrópodos en el país. Esta descripción está plenamente indicada al considerarse que la actividad viral, extraordinariamente marcada en algunas zonas, en ocasiones, por causa de morbilidad y mortalidad altas, impide o limita el desarrollo de nuevos territorios y de nuevas empresas agropecuarias de producción. En otros casos determina la aparición de epidemias muy serias, tal como la reciente de la Guajira, que originó pérdidas de incalculable valor.

Además del virus de fiebre amarilla, enfermedad reconocida en el país desde hace muchos años, en Colombia (2) se han encontrado otros virus arbo cuyos primeros aislamientos en el país fueron los siguientes: Wyeomyia, Anopheles A y Anopheles B por Roca-García en 1941 (3), VEE por Soriano-Lleras y Figueroa en 1942 (4), Guaroa, por Groot, Oya, Bernal y Barreto en 1959 (5), Ilheus, Bussuquara y Mayaro o un agente muy similar por Groot, Morales y Vidales en 1961 (6). Por otra parte, en el presente trabajo el autor presenta evidencia serológica incontrastable de la presencia en Colombia de virus del dengue, para confirmar así la impresión clínica existente desde tiempo atrás, y de los virus de la encefalitis equina del Este de los Estados Unidos, del virus de la encefalitis de St. Louis y del virus Oropouche.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 *Las zonas estudiadas*

Las encuestas serológicas en el hombre se hicieron durante el período de 1956 a 1961, en cuatro áreas geográficas y ecológicas diferentes, a saber: la zona selvática vecina a Acandí en el Golfo de Urabá, el Valle del Alto Magdalena, el Valle del Magdalena Medio y los Llanos Orientales. Los detalles sobre las fechas de sangría y sobre algunas características de estas áreas se han resumido en el Cuadro Nº 1.

Golfo de Urabá. En la región de Acandí se tomaron muestras a 21 residentes de las áreas inmediatamente cercana a la población, y a una docena de indígenas que vivían en la zona denominada Guayabal, cercana de Acandí. Ambos lugares, situados a 4 metros sobre el nivel del mar, tienen una temperatura media de 27°C y se caracterizan por una muy abundante precipitación pluviosa. La vegetación dominante de Acandí es el bosque húmedo tropical, con zonas de desmonte. El Guayabal, exclusivamente el bosque húmedo tropical.

Valle del Alto Magdalena. En esta región hemos considerado independientemente las zonas que corresponden a la parte plana del valle, relativamente cercanas al río, y las zonas de las estribaciones montañosas vecinas, con sus numerosos valles laterales, por tener condiciones ecológicas diferentes. A las primeras, que *sensu strictu* corresponden al valle propiamente dicho, las hemos denominado zonas del "fondo del valle" y a las segundas zonas de "estribaciones".

Las zonas del fondo del valle, con una altura variable de 400 a 600 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura media de 28°C, están constituídas principalmente por praderas artificiales dedicadas a la ganadería y por cultivos de distinto tipo, en especial de algodón y de arroz. No hay allí bosque primitivo. En esta zona del fondo del valle hicimos estudios en las localidades de El Espinal, tanto en el área urbana como en el área rural, y en el leprosorio de Agua de Dios, en el área urbana.

La zona de las estribaciones comprende territorios montañosos quebrados, con estrechos valles laterales donde, además de praderas destinadas a la ganadería, hay numerosos cultivos, principalmente de café. Habitualmente la vegetación allí es más rica que en el fondo del valle, y, con frecuencia, se encuentran en aquella bosques de crecimiento secundario. La altura de esta zona es variable, habitualmente superior a los 600 metros sobre el nivel del mar. En esta área hemos estudiado la región de Villeta, tanto en el área urbana (altura 842 metros) como en la rural (altura de 600 a 1000 metros).

Valle del Magdalena Medio. Arbitrariamente hemos establecido como límite sur del Magdalena medio los 5° de latitud Norte. En esta zona también hemos hecho la diferenciación entre las áreas del fondo del valle y las de las estribaciones.

En la zona del fondo del valle hemos estudiado regiones rurales de los municipios de San Vicente de Chucurí y de Barrancabermeja, caracterizadas por áreas relativamente planas o con inclinaciones suaves, y alturas variables de 150 a 500 metros sobre el nivel del mar, en las cuales la vegetación dominante es el bosque húmedo tropical, mezclado a trechos con zonas de pantanos. Hay, sinembargo, vastas regiones en las cuales el

* Antiguo Director del Laboratorio del Instituto "Carlos Finlay", sostenido cooperativamente por el Ministerio de Salud Pública de Colombia y por la Organización Panamericana de la Salud.
Dirección actual: Universidad de los Andes, Bogotá.

bosque ha sido destruído, para permitir el desarrollo de la industria ganadera.

En la zona de las estribaciones, con alturas variables de 500 a 1200 metros, hemos estudiado zonas rurales del mismo municipio de San Vicente de Chucurí y del municipio de Samaná. En estas zonas, en las que originariamente la vegetación dominante también era el bosque húmedo tropical, el desmonte con fines agrícolas ha sido casi total, lo cual determina una situación ecológica confusa y variada. Son allí numerosos los cultivos de café y, en ocasiones, los de cacao, desarrollados bajo sombra, que determinan condiciones especiales de bosque, los cuales alternan con campos de maíz o de caña o de praderas artificiales. Todavía se encuentran pequeñas áreas de bosque tropical o de bosque de crecimiento secundario que, frecuentemente, se continúan de manera insensibe, con los bosques del fondo del valle.

Llanos Orientales. En esta región hemos considerado separadamente tres zonas ecológicamente distintas. La primera es la zona de pie de monte, constituída por la parte más baja de las estribaciones de la cordillera y por las áreas planas adyacentes a estas estribaciones, que se extienden paralelamente a ellas formando una banda de terreno paralelo a la montaña, con una anchura de 30 a 40 kilómetros. En esta zona, con una temperatura media de 25°C, una altura de 350 a 550 metros y una precipitación pluvial de 4000 milímetros anualmente, la vegetación dominante era hasta hace pocos años el bosque húmedo tropical. En la actualidad, sinembargo, los desmontes hechos para establecer especialmente empresas de ganadería, han reducido en forma considerable la extensión del bosque primitivo. En la zona de pie de monte tomamos sangre a residentes de varias localidades, desde San Martín en el sur, hasta Medina, en el norte.

La segunda zona, constituída por la zona de "llanos" propiamente dicha, está situada al este de la zona de pie de monte, con alturas habitualmente inferiores a 400 metros. Esta zona de "llanos", con precipitación pluvial menor que la de pie de monte, comprende sabanas naturales interrumpidas apenas por las angostas franjas de bosque ("matas de monte" en el lenguaje vernáculo) que se extienden a lo largo de los ríos y riachuelos y que han sido denominados frecuentemente "bosques en galería". En esta zona hemos estudiado algunos residentes de las vecindades de Puerto López y del Guaviare.

La tercera zona corresponde a las regiones orientales cubiertas por la selva húmeda tropical que se extiende ininterrumpidamente hasta el Orinoco y hasta el Amazonas. En esta área se examinaron 37 indígenas de Amanavén, en el Vichada.

Guajira. En esta península el estudio adelantado consistió esencialmente en establecer la causa de una epidemia observada a fines de 1962. Esta zona, caracterizada por su muy escasa precipitación pluvial, está constituída por llanuras semi-desérticas con escasa vegetación xerofítica.

2.2 *Los sueros*

Las muestras de sangre se recogieron en condiciones de estricta asepsia y se refrigeraron inmediatamente después. Tan pronto como fue posibe, unas veces en el campo y otras en el laboratorio de Bogotá, se separaron los sueros y se inocularon inmediatamente a ratones lactantes por vía intracerebral, si se intentaba hacer aislamiento de virus. Si se trataba de demostrar anticuerpos, los sueros se congelaban a —20°C hasta el momento de realizar las pruebas respectivas.

Las sangres humanas se obtuvieron por punción venosa. Se intentó siempre sangrar a las personas que habían vivido en las respectivas áreas durante toda su vida, o por lo menos a las personas que hacían tal declaración. Con excepción de los sueros de residentes de la zona rural de Barrancabermeja y de las zonas de pie de monte y de sabana de los Llanos Orientales, los sueros tomados corresponden a residentes de toda la vida en las respectivas áreas.

Las sangres de aves se obtuvieron por punción de la yugular, de animales vivos capturados con redes japonesas, mezclando 0.2 ml de sangre con 0.8 ml de solución "buffer" de bovalbumina al 5% y centrifugando luego el producto, para obtener una dilución final de suero de 1:10.

Las sangres de monos y de otros mamíferos se obtuvieron por punción cardíaca de ejemplares moribundos o recién muertos, en el curso de las capturas con tiros de rifle, utilizando proyectiles de calibre .22.

2.3 *Virus utilizados*

Los virus o cepas de virus usados para las distintas pruebas fueron los siguientes: de fiebre amarilla la cepa neurotrópica francesa (FN) para las pruebas de neutralización y las cepas JSS y 17D para las pruebas de inhibición de hemaglutinación; la cepa Tr 1751 de Dengue 2; la cepa Laemmert de Ilheus; cepas de St. Louis y EEE, gentilmente suministradas por Rockefeller Foundation Virus Laboratories; la cepa Tr 15537 de Mayaro aislada en Trinidad; la cepa Co. 41922 de Bussuquara, aislada en Colombia; la cepa Kubes de VEE y las cepas prototipo de Guaroa, Wyeomyia, Anopheles A y Anopheles B, aisladas en Colombia. Además se usó una cepa de virus Una aislada en Colombia, la Co. 43332, según se explica más adelante.

2.4 *Pruebas usadas*

Técnica de las pruebas NT. Las pruebas de neutralización (NT) se hicieron siguiendo la técnica de Smithburn, Kerr y Gatne (7). Con los virus Mayaro y Una se usaron ratones lactantes. Con los demás virus, ratones adultos. En las pruebas con los agentes del grupo B de Casals, la dilución final del virus se hizo en suero fresco normal de curí, para suministrar así el "factor accesorio" de suero fresco. La interpretación de los resultados se hizo según el método de Sawyer y Lloyd (8). No se aceptaron resultados positivos a menos que la dosis de virus usada hubiera sido de 50 LD50 ratón.

Interpretación de los resultados de las pruebas NT. A la luz de los conocimientos actuales, las pruebas NT son las más específicas para la demostración de anticuerpos. Por esta razón, en líneas generales, se acepta que un suero positivo para un virus indica exposición anterior del donante al mismo virus. Esta es la interpretación que hemos dado en el presente trabajo a las pruebas NT positivas con los siguientes virus: EEE, Guaroa, Wyeomyia, Oropouche, Anopheles A y Anopheles B.

Las pruebas NT positivas con Mayaro las hemos interpretado como indicadoras de infección anterior por Mayaro o por otro virus de constitución antigénica muy similar.

En relación con los agentes del grupo B de Casals que hemos considerado en el presente estudio, (fiebre amarilla, dengue 2, Ilheus, St. Louis y Bussuquara) el problema es más complejo, porque teniendo estos virus cierta similitud antigénica entre sí, es posible que la infección con algunos de ellos determine la aparición de anticuerpos heterólogos para otros virus del mismo grupo B (9). Habitualmente, cuando encontramos un suero positivo solamente para un agente B y negativo para otros del mismo grupo, presumimos que el donante estuvo expuesto previamente a tal virus. Sinembargo, cuando se trata de positivos múltiples, puede caber la duda de si una o más de las pruebas positivas es el resultado de una reacción heteróloga. La situación no se aclara sino al considerar el cuadro inmunológico completo. El aislamiento de un virus en la localidad y el encuentro de sueros positivos solamente para un virus y negativo para los demás se consideran pruebas, incontrovertible la primera, y, muy fundada la segunda, de la actividad del mencionado agente en la región. Cuando se trata de pruebas positivas para fiebre amarilla, hemos concluído en la forma tradicional, que ellas corresponden a una infección o a una vacunación anterior.

Técnica de la prueba HI. Las pruebas de inhibición de hemoaglutinación se hicieron según la técnica de Clarke y Casals (10), utilizando el kaolín para remover los inhibidores no específicos, cuando se trataba de sueros humanos. Los sueros animales, en cambio, fueron tratados con acetona. Para las pruebas HI se hicieron diluciones seriadas de los sueros al doble, a partir de una dilución inicial al 1:10. Los antígenos se usaron a la dosis de 8 unidades. Los títulos se expresaron como el exponente de la potencia de 2 la cual, multiplicada por 5, daba el denominador de la dilución del último tubo donde se registraba la inhibición. En esta forma si el último tubo en el cual se comprobó inhibición era aquel con la dilución 1:10, el título se expresa como 1, puesto que $5 \times 2^1 = 10$; si el punto final correspondía a la dilución 1/20, el título se expresa por 2, puesto que $5 \times 2^2 = 20$; y así sucesivamente, 3 corresponde a la dilución 1:40, 4 a la dilución 1:80, etc.

Interpretación de las pruebas HI. En el análisis de las pruebas HI con antígeno de VEE, solamente consideramos como positivas, y por lo tanto indicadoras de exposición anterior al virus VEE a aquellos sueros que dieron reacción positiva con título 4 o superior (dilución 1:80 o más), de acuerdo con la opinión de Groot, Kerr, Sanmartín y Vidales (11), ampliamente sustentada más tarde por Sanmartín (12). De acuerdo con estos esudios, por lo menos en las áreas estudiadas en Colombia, todos los sueros con títulos 4 para VEE dieron resultado positivo en pruebas NT con el mismo agente; asimismo hemos aceptado que una prueba NT positiva para VEE significa una infección anterior por este virus en el donante del suero.

No todos los sueros colectados fueron probados con la totalidad de los antígenos en las pruebas HI ni con la totalidad de los virus en las pruebas NT. Para evitar repeticiones innecesarias, a medida que se presenten los resultados de las varias encuestas, se verá con qué antígenos o virus fueron probados los distintos sueros.

3. RESULTADOS Y COMENTARIOS

3.1 *Resultados generales*

Parece conveniente considerar primero en forma general y resumida los resultados obtenidos, de acuerdo con la región geográfica. En esta forma se obtendrá el cuadro peculiar de cada zona. Posteriormente los analizaremos de acuerdo con cada agente etiológico, para formarnos así un concepto integral de la epidemiología de cada uno de los varios virus en nuestro país.

El Cuadro Nº 2 muestra el resumen de los resultados de las pruebas de neutralización practicadas con los sueros humanos y siete de los virus a saber: fiebre amarilla, dengue 2, Ilheus, St. Louis, Bussuquara, Guaroa y Mayaro. En el mismo cuadro se presentan también los resultados de las pruebas HI con antígeno VEE.

En el Cuadro Nº 2 hemos incluído, para fines comparativos, algunos resultados, ya publicados en otros trabajos, a saber: los de prueba NT con fiebre amarilla, dengue 2, Ilheus, St. Louis y de pruebas HI con VEE correspondientes a residentes de toda su vida en San Vicente de Chucurí, mencionados en el trabajo de Groot, Kerr, Sanmartín y Vidales (11); los de las pruebas NT con dengue 2 en residentes de Villeta, referidos por Valencia (13) y los de las pruebas HI en habitantes de El Espinal, por Hernández (14). Estas dos últimas publicaciones corresponden a otros tantos trabajos de tesis, realizados bajo nuestra dirección, también en el Instituto "Carlos Finlay".

Golfo de Urabá. El estudio de los dos lotes de sueros recolectados en esta región, Acandí y Guayabal, nos muestra resultados relativamente similares, con excepción de aquellos relacionados con fiebre amarilla. Al analizar los resultados de cada suero en las pruebas NT, se encuentran varios positivos múltiples con los agentes del grupo B de Casals, lo cual, según se explicó arriba, dificulta la interpretación de los resultados. Sin embargo, habiéndose encontrado en esta región del Golfo de Urabá varios sueros positivos simples, solamente para Ilheus, o St. Louis o Bussuquara, nos creemos autorizados a presumir, muy fundadamente, que allí existen o han existido los mencionados virus. En cuanto a la fiebre amarilla, es interesante hacer notar que no se demostraron anticuerpos entre los indígenas de Guayabal, lo cual indica inactividad del virus en esa región selvática en los últimos 15 ó 20 años, juzgando por la edad de los indios sangrados. En cambio, en Acandí, cerca de la mitad de los casos presenta anticuerpos para el virus, por causa quizá de vacunaciones anteriores con 17 D. Es difícil interpretar los resultados de las pruebas NT para dengue, pues los casos positivos bien pueden representar infección pasada por el virus, o ser, simplemente, resultado de una reacción heteróloga. En efecto, todos los sueros positivos para dengue eran también positivos para uno o más de otros agentes del grupo B.

Las pruebas NT con virus Guaroa, cuando son positivas, las interpretamos siempre como debidas a una exposición anterior a este mismo virus. Los resultados del Golfo de Urabá muestran, pues, que este virus ha mostrado allí marcada actividad, en especial en la zona de Acandí, donde el 55% de los residentes presentaba anticuerpos.

Según se mencionó antes, hemos considerado que las pruebas HI para VEE con título 4 o más indican infec-

ción por VEE. Sobre estas bases resulta, pues, que este virus ha mostrado actividad en el área estudiada, particularmente en los indios de Guayabal, los cuales exhiben anticuerpos en el 58% de los casos.

Entre 28 sueros estudiados, 3 dieron resultado positivo para Mayaro en pruebas NT. Este hecho indica exposición anterior a Mayaro o a otro virus antigénicamente muy cercano, tal como el virus Una.

Los sueros de esta región fueron sometidos también a pruebas NT con virus Anopheles A, con virus Anopheles B y con virus Wyeomyia, habiendo dado resultado negativo con estos tres agentes.

Para resumir, pues, en la región del Golfo de Urabá estudiada hay evidencia de actividad anterior de los siguientes virus: Ilheus, St. Louis, Bussuquara, Guaroa, VEE y Mayaro o un virus similar. Los casos positivos para fiebre amarilla pueden deberse a vacunaciones anteriores. La interpretación de los positivos para dengue es incierta.

Valle del Alto Magdalena. El cuadro inmunológico observado en las dos localidades del fondo del valle, Espinal y Agua de Dios, es muy claro. En ambos lugares hay clara evidencia de actividad anterior del virus del dengue. Los anticuerpos para este virus tienen una prevalencia del 20% en Agua de Dios, del 24% en la zona urbana de El Espinal y del 26% en la zona rural de El Espinal. En El Espinal hay además indicación de actividad anterior de VEE, lo cual concuerda con la epidemia que allí se registró en 1952, según Sanmartín, Groot y Osorno (15).

En Villeta, situada en la zona de las estribaciones, el cuadro inmunológico indica también actividad anterior del dengue, especialmente en el área urbana de la población. Allí se encontraron 2 casos positivos para VEE, pero se ignora si la infección fue adquirida en la localidad o en otro lugar.

Los casos que mostraron anticuerpos neutralizantes para fiebre amarilla entre los residentes del valle del Alto Magdalena pueden explicarse por vacunaciones anteriores, ya que desde principio del presente siglo la enfermedad no se registra en la región.

Región del Magdalena Medio. En esta región estudiamos inicialmente 1.285 muestras de sangre, tomadas a residentes de San Vicente de Chucurí. El análisis de este material, que se publicó in extenso en un trabajo anterior de Groot *et al* (11) mostró una alta prevalencia de anticuerpos neutralizantes para fiebre amarilla, tanto entre los habitantes de las estribaciones como entre los residentes del fondo del valle. Este hecho se interpretó como la resultante de dos factores: la presencia comprobada del virus de fiebre amarilla en la localidad y las intensas campañas de vacunación que se han adelantado en la región. En cuanto a los demás virus, se comprobó una mayor actividad de Ilheus y de VEE en la región del fondo del valle.

Los resultados que hoy presentamos por primera vez confirman la observación anterior. En efecto, de los sueros recolectados en Samaná, localizada en las estribaciones, sólo en 1 de 19 se demostraron anticuerpos neutralizantes para Ilheus y también sólo en 1 de 17 se encontraron anticuerpos HI para VEE. En cambio, en la zona rural de Barrancabermeja, se comprobó una alta prevalencia de anticuerpos para Ilheus, Bussuquara, Guaroa y Mayaro.

En la zona rural de Barrancabermeja, que corresponde al fondo del valle del río Magdalena y se continúa, hacia el este, con las zonas rurales del Municipio de San Vicente de Chucurí, examinamos 160 individuos que habían sido vacunados 6 a 8 meses antes con vacuna de 17 D por escarificación (16). Como era de esperarse, los resultados de las pruebas NT para fiebre amarilla mostraron una alta positividad: 95%. En cuanto a los demás agentes B, el aspecto inmunológico general, detallado en el Cuadro Nº 3, es claramente indicativo de actividad de Bussuquara, St. Louis, Ilheus y, posiblemente, Dengue. La mayor actividad entre estos virus corresponde a Bussuquara. La prevalencia de anticuerpos para Guaroa también es muy alta: 47%. Asimismo se registra una tasa elevada de anticuerpos para Mayaro: 24%.

Llanos Orientales, zona de pie de monte. La totalidad de los sueros de esta zona se sometieron a pruebas HI, con los resultados que se presentan en el Cuadro Nº 4. Este cuadro muestra que la mayoría de los sueros, el 52%, reaccionó con el antígeno de fiebre amarilla, cepa 17 D. De los sueros estudiados, 698 fueron probados con 4 antígenos. Los resultados, que se muestran en el Cuadro Nº 5, son muy indicativos de que, además del virus de fiebre amarilla o de la vacuna contra esta enfermedad, en la región ha habido actividad del virus Ilheus. Estos resultados se confirman con los de las pruebas de neutralización, resumidos en el Cuadro Nº 2. Los resultados de las pruebas HI para Ilheus y para 17 D se analizan según la edad y el sexo en el Cuadro Nº 8, el cual muestra una prevalencia de anticuerpos ligeramente mayor en los hombres, pero sin ser estadísticamente significativas las diferencias. La distribución de las pruebas positivas para HI corresponde con la que se observa en regiones donde se ha vacunado contra la fiebre amarilla en forma intensa.

En el Cuadro Nº 7 se estudió la frecuencia de los sueros positivos cuádruples en HI con antígenos de 17 D; JSS, Ilheus y Dengue, para averiguar si había diferencias que indicaran mayor o menor actividad viral en las regiones del pie de monte y de la sabana y bosques. El cuadro muestra, en la zona de pie de monte, una menor actividad en el municipio de Medina. Asimismo la actividad de virus parece ser mayor en la zona de sabana y de bosques que en la de pie de monte.

Por lo que hace a otros virus, es notable la prevalencia de anticuerpos para el virus Guaroa (58%, según se ve en Cuadro Nº 2) y la baja tasa de positividad con VEE.

Llanos Orientales, zona de sabana y de bosque. Tanto las pruebas NT, presentadas en el Cuadro Nº 2 como las HI, mostradas en el Cuadro Nº 6, indican exposición anterior a los virus de fiebre amarilla (infección o vacunación) y al virus Ilheus.

Llanos Orientales, zona de bosque tropical. En el Cuadro Nº 9 se presentan en detalle los resultados de las pruebas NT con fiebre amarilla, Ilheus, Dengue y St. Louis, hechas con los sueros de los indígenas sangrados en Amanavén, Vichada. Estos resultados muestran clara actividad pasada de fiebre amarilla y de Ilheus. Uno de los donantes dio resultado positivo con dengue, inconcluyente con Ilheus, negativo con St. Louis y negativo con fiebre amarilla. No tenemos bases suficientes para interpretar satisfactoriamente este resultado.

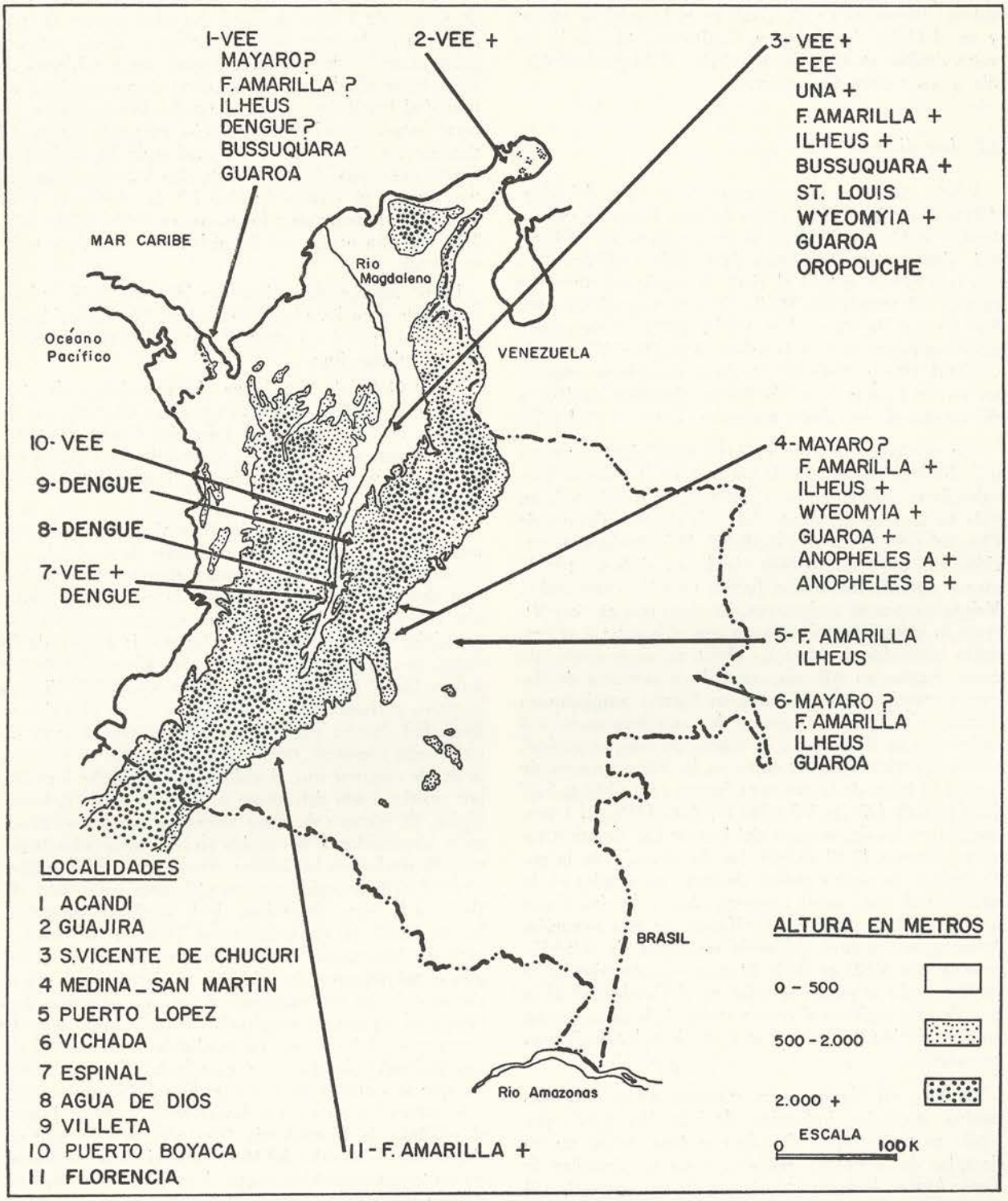


Fig. 1—Mapa de Colombia con indicación de 11 localidades donde se ha registrado actividad de virus arbo, a juzgar por las encuestas serológicas de 1956 a 1961 y por los aislamientos de virus. (Notas: El signo "+" indica que el virus fue aislado allí. El signo "?" muestra que los datos serológicos no son claros: puede tratarse de actividad pasada del virus en mención o de uno antigénicamente relacionado).

Resumen. En la figura Nº 1 se presenta el resumen de la situación: actividad marcada de fiebre amarilla (o vacunación) Guaroa e Ilheus en el Golfo de Urabá, Magdalena Medio y los Llanos; VEE en el Golfo de Urabá y el Magdalena Medio; Dengue en el Alto Magdalena; Bussuquara y St. Louis en el Magdalena Medio y en el Golfo de Urabá; y, finalmente, Mayaro o un virus similar, en el Golfo de Urabá, el Magdalena Medio y los Llanos Orientales.

3.2 *Los distintos virus*

VEE. Este virus se encuentra en el valle del Magdalena. Su primer aislamiento de seres humanos en Colombia se hizo en 1952 en la zona urbana de El Espinal, durante una epidemia (15). Más recientemente, nosotros hemos aislado el virus de residentes de zonas rurales del Magdalena Medio (Puerto Boyacá, en 1958, San Vicente de Chucurí en 1955 y 1957), de mosquitos silvestres capturados en la misma área (San Vicente de Chucurí, 1958 y 1959) (6); de ratones centinelas expuestos en un bosque cerca de Barrancabermeja en 1960 y del cerebro de un caballo muerto en Utica en 1961 (17).

Los resultados de las encuestas serológicas muestran una distribución amplia de anticuerpos. La mayor prevalencia se observó en personas que han vivido toda su vida en la zona del fondo del valle de San Vicente de Chucurí (26%). En esta localidad, 48 individuos no nacidos allí, pero que habían vivido en el lugar por lo menos durante cinco años, fueron también examinados. Veinte mostraron anticuerpos. Es claro que en San Vicente la infección está asociada con el bosque. Las personas sangradas en esta zona vivían en cinco grupos de casas situadas en Albania, cerca de la carretera de Barrancabermeja a San Vicente, en lugares ampliamente desmontados, y en un grupo de casas localizado a 8 kilómetros de la carretera, en medio del bosque tropical. Las proporciones de inmunes en los cinco grupos de casas a lo largo de la carretera fueron 1:10 (10%); 5:18 (28%); 4:15 (27%); 1:5 (20%) y 4:12 (33%). La proporción en los de las casas del bosque fue significativamente mayor: 12:17 (71%). La distribución de la población en los varios grupos de casas era similar en lo referente al sexo, edad y tiempo de residencia. En la figura Nº 2 se representa gráficamente esta situación. Además, se encontró evidencia serológica de infección anterior por VEE en 8 de 22 monos capturados en la región, según se puede apreciar en el Cuadro Nº 27, y en 2 de 16 mamíferos silvestres varios de la misma zona, un ejemplar de *Bessaricyon sp* y un ejemplar de *Sciurus granatensis.*

También en algunas aves silvestres se encontró un cuadro serológico indicativo de infección previa por VEE: en un ejemplar de *Pipra erythrocephala,* en un ejemplar de *Manacus manacus* y en un ejemplar de *Xyplorhyncus lachrymosus,* dentro de un grupo de 124 aves examinadas para anticuerpos HI para VEE. Estos animales hacían parte de un lote de 308 ejemplares, capturados durante 1957 y 1958 en la zona del fondo del valle de San Vicente de Chucurí. Además, el virus se ha aislado cuatro veces de mosquitos capturados en los bosques de la localidad, dos veces de "pools" de *Culex spp* y dos veces de "pools" compuestos por *Psorophora albipes* y por *P. ferox* en los cuales *P. albipes* era la especie predominante (6).

Es interesante notar que en 100 residentes de El Espinal sangrados seis años después de la epidemia de 1952, solamente 5 eran positivos para VEE. Analizando los resultados por edad, tal como aparecen en el Cuadro Nº 10, se ve que sólo hay un positivo entre los niños de menos de 5 años de edad. La edad precisa de este niño era la de cinco meses. Este fue el único caso positivo entre 31 niños nacidos después de la epidemia de 1952. El resultado puede explicarse como debido a inmunidad heredada, ya que el cuadro inmunológico general indica que el virus no se ha mostrado activo allí durante los últimos años. El cuadro de El Espinal es ciertamente muy distinto del de San Vicente, mostrado también en el mismo Cuadro Nº 10, donde el virus ha estado presente por lo menos en 1955, 1957, 1958, 1959 y 1960 a juzgar por los aislamientos de virus realizados allí.

La prevalencia de anticuerpos HI para VEE es baja en Villeta y en los Llanos Orientales. No hay evidencia de que el virus haya mostrado actividad recientemente en este último lugar.

En el Golfo de Urabá hay alta prevalencia de anticuerpos para VEE, especialmente entre los indígenas de la zona de bosque tropical húmedo. Estos resultados están de acuerdo con los de Sanmartín (18) quien encontró una actividad marcada del virus en la Costa del Pacífico.

A fines de 1962 el virus VEE ocasionó una epidemia muy seria en la Guajira. A mediados de noviembre se registraron los primeros casos, aproximadamente un mes después de haberse iniciado la estación pluviosa, con una precipitación mayor que en años anteriores. A principios de noviembre examinamos la sangre de 18 enfermos que tenían un período de enfermedad de 1 a 5 días. De 17 de las muestras aislamos el VEE. El caso negativo correspondía a un paciente con 5 días de enfermedad. No ha sido posible aún reaislar el virus de todas estas muestras, pero, por lo menos de 14 de ellas, se puede asegurar que el aislamiento es válido, bien sea por reaislamiento del agente o por conversión inmunológica. El número de casos humanos alcanzó su máximum a mediados de noviembre en la Guajira colombiana y en diciembre en la Guajira venezolana. En diciembre terminó el brote epidémico en Colombia y en enero de 1963, en la parte venezolana de la península. Se calculan en 12.000 los casos humanos, 3.000 en Colombia y 9.000 en Venezuela, de acuerdo con Vidales (19). Según el mismo autor, la epidemia se caracterizó por una sintomatología relativamente severa y ocurrencia frecuente de signos de encefalitis. Se registraron además numerosas defunciones. La epidemia se acompañó de una serísima epizootia en el ganado caballar, con muertes que se estiman en varios millares. No se conocen con certeza las causas que favorecieron y determinaron el estallido de la epidemia. Tan sólo se sabe que en ciertas zonas del valle del Magdalena el virus se encuentra en forma enzoótica y que de allí puede extenderse a otras regiones.

Mayaro y Una. En un trabajo anterior (6) informamos sobre diez cepas de "Mayaro" aisladas de mosquitos capturados en el área del fondo del valle de San Vicente de Chucurí, durante 1958 y 1960. Estos aislamientos se hicieron así: cuatro de "pools" mixtos de *Psorophora ferox* y *P. albipes,* cinco de *P. ferox* y una de *Aedes serratus.* La identificación de las cepas se hizo con base en los resultados de pruebas de neutralización

usando suero anti-Mayaro, sin diluír, de alto título. El Dr. Max Theiler (20) estudió las cepas colombianas de "Mayaro" comprobando que, por prueba HI, se diferenciaban de las clásicas de Trinidad y que correspondían a un virus muy similar al Mayaro, el virus Una. Posteriormente, en pruebas de neutralización con los mismos sueros inmunes, pero diluídos al 1:200, comprobamos las diferencias entre las cepas colombianas inicialmente clasificadas como Mayaro y las de Mayaro aisladas en Trinidad. Un ejemplo de estas pruebas de neutralización, suficientemente demostrativo de los experimentos hechos, se presenta en el Cuadro Nº 29. En este experimento se comparó la cepa de Mayaro de Trinidad con la cepa Nº 43332, aislada en Colombia.

En el Cuadro Nº 2 se aprecia el hecho de que los anticuerpos para Mayaro son prevalentes especialmente en el valle del Magdalena Medio y en los Llanos Orientales. El análisis por edad y sexo de los resultados de las pruebas NT con Mayaro en la zona rural de Barrancabermeja, no muestra diferencias según el sexo. En cambio, las tasas de positividad aumentan con la edad, según se demuestra en el Cuadro Nº 11. La distribución de los inmunes en esta región, de acuerdo con la localización de las casas de los donantes es irregular, habiéndose encontrado la máxima positividad (48% de 29 personas) en los residentes dei lugar denominado Peroles, donde se hicieron los aislamientos de virus Una, a partir de mosquitos selváticos, en la forma como se explica en el Cuadro Nº 30.

En el momento actual es imposible definir con precisión si los sueros positivos para Mayaro representan una infección anterior con Mayaro o con Una. Fue posible probar por NT 73 sueros de Barrancabermeja, tanto con Mayaro como con Una. Los resultados mostraron 22 positivos dobles, un positivo simple para Mayaro y 8 positivos simples para Una; las 42 muestras restantes fueron negativas para ambos virus. Con los sueros del Golfo de Urabá se obtuvo un resultado similar: de 27 sueros probados con ambos virus, 3 fueron positivos para Mayaro y para Una, 11 positivos solamente para Una y 13 negativos para los dos agentes. Considerando el aislamiento repetido del virus Una en Colombia, los anteriores resultados, con excepción de un caso, el positivo solamente para Mayaro, nos inducen a pensar que los anticuerpos demostrados contra Mayaro, representan simplemente reacciones heterólogas en personas que tuvieron una exposición anterior al virus Una.

En El Espinal, 3 individuos mostraron anticuerpos para Mayaro. No se sabe si adquieron allí los anticuerpos. Es interesante notar, eso sí, que estos tres casos positivos para Mayaro no presentaban anticuerpos HI para VEE. Por lo tanto no pueden considerarse como debidos a una reacción heterólogа por este último virus.

Diez de 72 personas residentes en la zona de pie de monte de los Llanos Orientales mostraron anticuerpos para Mayaro. Es posible, pues, que este virus, o el virus Una, u otro muy similar desde el punto de vista antigénico, haya estado presente en la región. Lo mismo puede decirse de Amanavén, donde 3 indios, sobre un total de 5, mostraron anticuerpos para Mayaro. Estos datos, sobre posibilidad de adquirir anticuerpos para este virus en la selva, están en acuerdo con el hallazgo de un cuadro inmunológico atribuíble a Mayaro (o a un virus muy similar) en 3 monos de la región del pie de monte, sobre un total de 5, y en 4 de 12 monos capturados en el área de sabana y bosque, según se indica en el Cuadro Nº 28. En estos doce animales no se encontró evidencia de infección pasada con VEE. Este hallazgo contrasta con el de San Vicente, donde, de 22 monos, 6 indicaban infección previa con Mayaro, 8 con VEE, 2 con EEE y 2 con algún agente indeterminado del grupo A de Casals.

Fiebre amarilla. La fiebre amarilla selvática es enzoótica en Colombia. Cada año, desde 1933, se comprueban casos de la enfermedad, la mayoría de los cuales mediante el examen histopatológico del hígado. Desde el brote de El Socorro en 1929, no se registran casos urbanos.

En la zona de pie de monte de los Llanos Orientales, la enfermedad se observa bajo la forma de ondas epidémicas que ocurren a intervalos de 3 a 5 años y que alternan con períodos de calma, durante los cuales no se diagnostican casos de la enfermedad (21). En esta zona, el último período de actividad se registró en la parte sur, en El Doncello, cerca de Florencia, donde, después de un silencio de 34 meses, se registraron casos durante Noviembre y Diciembre de 1958 y de Julio a Diciembre de 1959.

Por otra parte, en el Valle del Magdalena, la fiebre amarilla está permanentemente presente, en una u otra parte, pero, en apariencia, no en el mismo sitio. En esta región, los casos son más frecuentes en la zona de las estribaciones. Entre los factores que determinan esta distribución, uno dc los más importantes es la mayor densidad de población en las estribaciones.

En el Municipio de San Vicente de Chucurí, donde la viscerotomía ha operado continuamente desde 1935, 83 casos fatales se han diagnosticado entre 1935 y 1963. Nueve se infectaron en el fondo del valle y 64 en las estribaciones; el lugar de infección de los 10 restantes se desconoce. Los casos han ocurrido irregularmente y hay razón para presumir que, con base en estos datos cualitativos, el virus durante los 28 años en referencia, ha mostrado probablemente 9 períodos de actividad, según se puede observar en el Cuadro Nº 12. La información suministrada por la viscerotomía indica que el cuadro en Muzo, otro lugar de las estribaciones del Valle del Magdalena, es similar. Sinembargo el trabajo de Kerr *et al* (22), basado en el estudio de 2129 sueros tomados en Muzo durante 1936, cuando aún no se habían hecho vacunaciones para fiebre amarilla, no muestra periodicidad. La periodicidad hace pensar en que el virus se introduce en San Vicente a intervalos frecuentes. Es importante definir si el virus se encuentra permanentemente o sólo de modo intermitente en las estribaciones del valle del Magdalena, en lugares como Muzo y San Vicente. Si se encuentra permanentemente, debe existir un mecanismo, todavía desconocido, que produce tal persistencia. En la zona de las estribaciones de San Vicente, por ejemplo, donde la mayoría de los casos han ocurrido, los monos (con excepción del mono nocturno *Aotus*) son muy escasos o inexistentes. Sin embargo, en algunos tramos de bosque conectados con la selva del fondo del valle, se han visto unos pocos *Cebus albifrons* y *Alouatta senicula*. De todas maneras, su número parece ser muy escaso para explicar la persistencia del virus sobre la base del ciclo primate —mosquito solamente. Por otra parte, si el virus es introducido periódicamente, es introducido desde el área enzoótica vecina del fondo del valle, donde los monos abundan. Se puede pensar

entonces que la invasión de las estribaciones ocurriría cuando las pequeñas y continuas epizootias errantes (que probablemente determinan la "endemicidad") llegan a la periferia del área enzoótica, se extienden a los bosques de las estribaciones y encuentran en estos condiciones favorables, todavía incompletamente conocidas. No es el objeto de este trabajo hacer especulaciones elaboradas sobre estos puntos. Sinembargo, no puede uno menos de considerar que las investigaciones futuras que se hagan al respecto deben incluír más estudios, especialmente de tipo cuantitativo, sobre los *Aotus,* los marsupiales y varios insectos vectores. A propósito de los últimos, la atención se ha centralizado siempre en los vectores más eficientes tales como el *Haemagogus spegazzinii* y su subespecie *falco*. En estudios recientes en la América Central, Boshell (23), Boshell y Bevier (39) y Trapido y Galindo (24) sugieren la importancia de un vector menos eficiente, el *H. equinus,* en el mantenimiento del virus de la naturaleza.

Las encuestas serológicas hechas recientemente en Colombia y las cuales presentamos en este trabajo, muestran prevalencias variables de anticuerpos para la fiebre amarilla. Los anticuerpos se deben a infección o a vacunación previa. El papel jugado por cada uno de estos dos factores varía en las distintas localidades. Por ejemplo, en el Alto Magdalena no se han registrado casos de la enfermedad durante los últimos 50 años; allí la vacunación ha sido escasa. En cambio en San Vicente y en el pie de monte de los Llanos Orientales el virus se ha mostrado activo y las campañas de vacunación han sido intensas.

Para tener un cuadro de la inmunidad producida solamente por la fiebre amarilla selvática debemos referirnos de nuevo al trabajo de Kerr y colaboradores, en Muzo (22). Este estudio mostró que el 34.1% de 2.129 personas tenía anticuerpos para fiebre amarilla. En individuos de todas las edades la proporción era de 37.8% en los hombres y de 31.6% en las mujeres. A partir del quinto año de vida, las tasas en las mujeres eran consistentemente menores que en los hombres. En ambos sexos la positividad aumentaba rápidamente hasta la edad de 30 años, después de la cual permanecía más o menos constante (70% en hombres y 60% en mujeres). Es de notarse que en Muzo, con frecuencia los Haemagogus llegaban hasta las casas.

Los resultados de la encuesta en los indios (no vacunados) de Amanavén mostró el aspecto familiar de una alta prevalencia de anticuerpos para fiebre amarilla (Cuadro Nº 9). Resultados análogos encontramos en sangres obtenidas durante 1957 de indios de dos localidades del este de Venezuela, Santa Helena y Urimán, los cuales, para fines comparativos, se presentan en el Cuadro Nº 13.

El estudio de las poblaciones de monos, incluyendo el aspecto de inmunidad, es un procedimiento muy importante para el estudio de la epidemiología de la fiebre amarilla, especialmente en los lugares donde la vacunación ha obscurecido el cuadro inmunológico en el hombre. Según los Cuadros Nos. 27 y 28, en los monos de San Vicente y de los Llanos Orientales se demostraron anticuerpos para el virus en proporciones variables: 26% de 42 ejemplares de San Vicente y 71% de 21 monos de los Llanos.

Durante 1957 y 1958 estudiamos también algunas aves de San Vicente de Chucurí, para investigar anticuerpos contra fiebre amarilla: de 308 ejemplares sólo uno (*Dendrocolaptes certia*) dio resultado positivo en NT. No estamos capacitados para interpretar correctamente este hallazgo. Nuestras observaciones en aves, esencialmente negativas, están de acuerdo con los estudios anteriores de Bugher, Boshell y Gilmore (37).

Dengue. No se han aislado virus de dengue en Colombia. Sinembargo la entidad clínica se ha diagnosticado con frecuencia en ciertos lugares tropicales, particularmente en personas recién llegadas. Tal el caso, por ejemplo, de Villeta, una población de recreo, visitada frecuentemente por los habitantes de Bogotá, ciudad esta última, donde nunca se ha registrado dengue autóctono y donde no existe *Aedes aegypti*. Hasta hace poco tiempo era común el que el bogotano recién llegado a Villeta enfermara con una fiebre ligera que a menudo se identificaba como "chapetonada". Problemas similares se presentaban en muchas otras localidades tropicales del país, entre los recién llegados de tierras frías o de países de la zona templada. La encuesta serológica adelantada en Villeta en 1958, mostró una alta proporción (30%) de personas con anticuerpos neutralizantes para el dengue, entre los habitantes de la zona urbana. Según se puede apreciar en el Cuadro Nº 14, en este grupo de individuos, la prevalencia de anticuerpos aumenta con la edad hasta llegar al 52% en las personas de 30 y más años. Como la mayoría de los sueros positivos para dengue no mostraban anticuerpos para otros agentes del grupo B se concluye que los anticuerpos para dengue corresponden efectivamente a una infección antigua con el virus. Entre los habitantes de la zona rural, la positividad para dengue fue menor (12%) y muy irregular, al considerarla según los grupos etarios. Las diferencias entre las tasas del área urbana y del área rural se explican por el hecho de que el *Aedes aegypti* nunca ha sido encontrado en el área rural de Villeta, mientras que sí era muy común en el área urbana hasta 1952, cuando fue erradicado, no solamente de Villeta, sino de todo el Alto Magdalena. Es muy probable que los habitantes rurales que mostraron anticuerpos para el dengue, los hubieran adquirido durante sus frecuentes visitas a la zona urbana.

Las encuestas de Agua de Dios y de El Espinal dieron resultados similares a las del área urbana de Villeta. En El Espinal no se encontraron diferencias significativas entre las tasas de la zona rural (26%) y las de la zona urbana (24%), según queda indicado en el Cuadro Nº 15. Este cuadro muestra además una prevalencia del dengue mucho más alta que en Villeta. En efecto, en El Espinal el 100% de las personas examinadas de 30 y más años tiene anticuerpos para el dengue. Antes de 1953 *A. aegypti* era común en las áreas urbana y rural de El Espinal. Estos resultados muestran claramente que el dengue ha sido endémico en las áreas estudiadas. En el Cuadro Nº 20 se resumen los resultados de las pruebas NT en habitantes del Alto Magdalena, clasificados según la edad y el sexo. Es muy probable que la erradicación del *Aedes aegypti* haya cambiado rotundamente la situación mostrada en este cuadro. Debe notarse que solamente se encontró un caso NT positivo entre 39 niños de menos de 5 años de edad. Este niño fue el único que mostró anticuerpos entre 55 individuos nacidos después de las primeras fumigaciones con DDT. Los Cuadros 16, 17, 18 y 19, preparados por el autor y Hernández (19), muestran la confusa imagen de anti-

entonces que la invasión de las estribaciones ocurriría cuando las pequeñas y continuas epizootias errantes (que probablemente determinan la "endemicidad") llegan a la periferia del área enzoótica, se extienden a los bosques de las estribaciones y encuentran en estos condiciones favorables, todavía incompletamente conocidas. No es el objeto de este trabajo hacer especulaciones elaboradas sobre estos puntos. Sinembargo, no puede uno menos de considerar que las investigaciones futuras que se hagan al respecto deben incluír más estudios, especialmente de tipo cuantitativo, sobre los *Aotus,* los marsupiales y varios insectos vectores. A propósito de los últimos, la atención se ha centralizado siempre en los vectores más eficientes tales como el *Haemagogus spegazzinii* y su subespecie *falco*. En estudios recientes en la América Central, Boshell (23), Boshell y Bevier (39) y Trapido y Galindo (24) sugieren la importancia de un vector menos eficiente, el *H. equinus,* en el mantenimiento del virus de la naturaleza.

Las encuestas serológicas hechas recientemente en Colombia y las cuales presentamos en este trabajo, muestran prevalencias variables de anticuerpos para la fiebre amarilla. Los anticuerpos se deben a infección o a vacunación previa. El papel jugado por cada uno de estos dos factores varía en las distintas localidades. Por ejemplo, en el Alto Magdalena no se han registrado casos de la enfermedad durante los últimos 50 años; allí la vacunación ha sido escasa. En cambio en San Vicente y en el pie de monte de los Llanos Orientales el virus se ha mostrado activo y las campañas de vacunación han sido intensas.

Para tener un cuadro de la inmunidad producida solamente por la fiebre amarilla selvática debemos referirnos de nuevo al trabajo de Kerr y colaboradores, en Muzo (22). Este estudio mostró que el 34.1% de 2.129 personas tenía anticuerpos para fiebre amarilla. En individuos de todas las edades la proporción era de 37.8% en los hombres y de 31.6% en las mujeres. A partir del quinto año de vida, las tasas en las mujeres eran consistentemente menores que en los hombres. En ambos sexos la positividad aumentaba rápidamente hasta la edad de 30 años, después de la cual permanecía más o menos constante (70% en hombres y 60% en mujeres). Es de notarse que en Muzo, con frecuencia los Haemagogus llegaban hasta las casas.

Los resultados de la encuesta en los indios (no vacunados) de Amanavén mostró el aspecto familiar de una alta prevalencia de anticuerpos para fiebre amarilla (Cuadro Nº 9). Resultados análogos encontramos en sangres obtenidas durante 1957 de indios de dos localidades del este de Venezuela, Santa Helena y Urimán, los cuales, para fines comparativos, se presentan en el Cuadro Nº 13.

El estudio de las poblaciones de monos, incluyendo el aspecto de inmunidad, es un procedimiento muy importante para el estudio de la epidemiología de la fiebre amarilla, especialmente en los lugares donde la vacunación ha obscurecido el cuadro inmunológico en el hombre. Según los Cuadros Nos. 27 y 28, en los monos de San Vicente y de los Llanos Orientales se demostraron anticuerpos para el virus en proporciones variables: 26% de 42 ejemplares de San Vicente y 71% de 21 monos de los Llanos.

Durante 1957 y 1958 estudiamos también algunas aves de San Vicente de Chucurí, para investigar anticuerpos contra fiebre amarilla: de 308 ejemplares sólo uno (*Dendrocolaptes certia*) dio resultado positivo en NT. No estamos capacitados para interpretar correctamente este hallazgo. Nuestras observaciones en aves, esencialmente negativas, están de acuerdo con los estudios anteriores de Bugher, Boshell y Gilmore (37).

Dengue. No se han aislado virus de dengue en Colombia. Sinembargo la entidad clínica se ha diagnosticado con frecuencia en ciertos lugares tropicales, particularmente en personas recién llegadas. Tal el caso, por ejemplo, de Villeta, una población de recreo, visitada frecuentemente por los habitantes de Bogotá, ciudad esta última, donde nunca se ha registrado dengue autóctono y donde no existe *Aedes aegypti*. Hasta hace poco tiempo era común el que el bogotano recién llegado a Villeta enfermara con una fiebre ligera que a menudo se identificaba como "chapetonada". Problemas similares se presentaban en muchas otras localidades tropicales del país, entre los recién llegados de tierras frías o de países de la zona templada. La encuesta serológica adelantada en Villeta en 1958, mostró una alta proporción (30%) de personas con anticuerpos neutralizantes para el dengue, entre los habitantes de la zona urbana. Según se puede apreciar en el Cuadro Nº 14, en este grupo de individuos, la prevalencia de anticuerpos aumenta con la edad hasta llegar al 52% en las personas de 30 y más años. Como la mayoría de los sueros positivos para dengue no mostraban anticuerpos para otros agentes del grupo B se concluye que los anticuerpos para dengue corresponden efectivamente a una infección antigua con el virus. Entre los habitantes de la zona rural, la positividad para dengue fue menor (12%) y muy irregular, al considerarla según los grupos etarios. Las diferencias entre las tasas del área urbana y del área rural se explican por el hecho de que el *Aedes aegypti* nunca ha sido encontrado en el área rural de Villeta, mientras que sí era muy común en el área urbana hasta 1952, cuando fue erradicado, no solamente de Villeta, sino de todo el Alto Magdalena. Es muy probable que los habitantes rurales que mostraron anticuerpos para el dengue, los hubieran adquirido durante sus frecuentes visitas a la zona urbana.

Las encuestas de Agua de Dios y de El Espinal dieron resultados similares a las del área urbana de Villeta. En El Espinal no se encontraron diferencias significativas entre las tasas de la zona rural (26%) y las de la zona urbana (24%), según queda indicado en el Cuadro Nº 15. Este cuadro muestra además una prevalencia del dengue mucho más alta que en Villeta. En efecto, en El Espinal el 100% de las personas examinadas de 30 y más años tiene anticuerpos para el dengue. Antes de 1953 *A. aegypti* era común en las áreas urbana y rural de El Espinal. Estos resultados muestran claramente que el dengue ha sido endémico en las áreas estudiadas. En el Cuadro Nº 20 se resumen los resultados de las pruebas NT en habitantes del Alto Magdalena, clasificados según la edad y el sexo. Es muy probable que la erradicación del *Aedes aegypti* haya cambiado rotundamente la situación mostrada en este cuadro. Debe notarse que solamente se encontró un caso NT positivo entre 39 niños de menos de 5 años de edad. Este niño fue el único que mostró anticuerpos entre 55 individuos nacidos después de las primeras fumigaciones con DDT. Los Cuadros 16, 17, 18 y 19, preparados por el autor y Hernández (19), muestran la confusa imagen de anti-

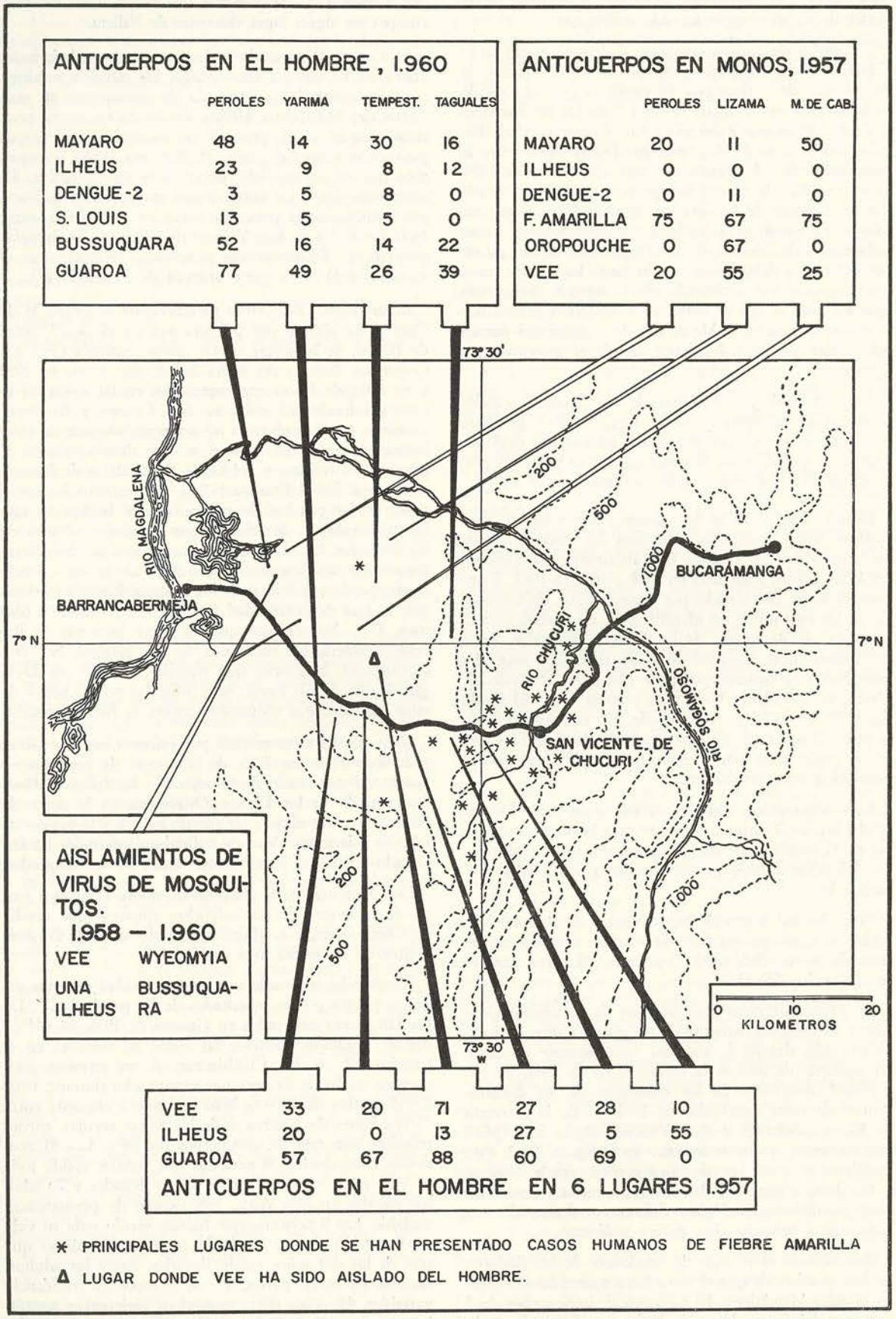


Fig. 2—Mapa de la región de San Vicente de Chucurí y de Barrancabermeja con indicación de los lugares donde se han aislado virus y donde se han hecho algunas encuestas serológicas. (Las cifras corresponden a los porcentajes de sueros positivos en las varias localidades; para ver el número de casos estudiados, véase el texto).

de los adultos, de acuerdo con el tiempo de residencia, tal como se ha hecho en el Cuadro Nº 23, se advierte que la positividad aumenta con el tiempo de residencia.

El virus Guaroa no se encuentra restringido a los Llanos Orientales. En el Golfo de Urabá, más o menos la mitad de los individuos estudiados mostraba anticuerpos. En los residentes de las estribaciones de San Vicente de Chucurí la positividad fue del 10%. En cambio ésta fue mucho mayor en los residentes del fondo del valle sangrados en 1957. De 36 personas que allí habían vivido toda su vida, 22, o sea 61%, mostraban anticuerpos, y de 17, no nacidos allí pero con un tiempo de residencia superior a 5 años, 12 (71%) dieron también resultado positivo. El análisis por edad y sexo de estos 53 casos se presenta en el cuadro Nº 24, que muestra un aumento de positividad a medida que aumenta la edad. Un fenómeno análogo se observa en los residentes de Barrancabermeja, zona rural, examinados en en 1960, tal como se observa en el Cuadro Nº 25, el cual se puede resumir diciendo que la positividad fue del 24% entre 55 menores de 15 años y del 61% entre 99 adultos. En ninguno de los dos grupos se encontraron diferencias en las tasas, relacionadas con el sexo. La marcada prevalencia de anticuerpos, que aumenta con la edad, hacen presumir que el virus Guaroa es altamente endémico en la localidad.

En esta zona rural de Barrancabermeja se sangraron 30 residentes en el lugar denominado Peroles, en la vecindad del cual se han hecho aislamientos de varios virus, pero no del virus Guaroa. La prevalencia de anticuerpos para Guaroa en estas 30 personas fue del 77%, (Cuadro Nº 30); en aquellas 124 que residían lejos de Peroles, fue solamente del 40%. En contraste con lo anterior, no se encontraron mayores diferencias en las tasas de positividad de los residentes, de los grupos de casas de la región de Albania, según se observa en la figura Nº 2.

El virus Guaroa ha sido aislado también en el Brasil por Causey (29) durante 1959, de varios casos humanos.

Whitman (30) ha demostrado que el virus Guaroa se multiplica en *Aedes aegypti, Culex pipiens* y *Anopheles quadrimaculatus* experimentalmente infectados. Recientemente, en 1961, el virus fue aislado en el Gorgas Memorial Laboratory y en la Middle America Research Unit de una mezcla de *Anopheles* colectados en la provincia de Bocas del Toro, Panamá (31).

A juzgar por la alta prevalencia de anticuerpos para Guaroa en los Llanos Orientales, en el fondo del valle del Magdalena Medio y en el Golfo de Urabá, se sospecha que el vector (o vectores) del virus en Colombia debe ser una especie relativamente abundante, con muchas oportunidades para picar al hombre y que se muestra activa tanto en el bosque como en regiones desmontadas.

El Cuadro Nº 26 resume los resultados de las pruebas NT con virus Guaroa, de acuerdo con las características de las localidades estudiadas y con la historia del virus en la región.

Virus Wyeomyia. El primer aislamiento de este virus se hizo en Colombia, a partir de ejemplares de *Wyeomyia melanocephala* capturados en la zona de pie de monte de los Llanos Orientales (3). Más recientemente el agente fue aislado en Trinidad de *Aedes scapularis, Psorophora albipes, Limatus durhami* y *Trichoprosopon longipes* (32) y en el Brasil de mosquitos sabethine y de un "pool" de *Aedes sexlineatus, A. septemstriatus* y *A. serratus* (33).

Cuatro cepas de *Wyeomyia* se aislaron en Colombia en 1960 y 1961: dos de *Psorophora ferox,* una de *Aedes (Ochlerotatus) fulvus* y una de una mezcla de *Aedes (Ochlerotatus) spp* recolectados en el valle del Magdalena Medio (34). Aunque no fue posible reaislar el virus del material original, por lo menos el primer aislamiento, de *Aedes (Ochlerotatus)*, se ha considerado válido, pues se hizo cuando no se estaba usando cepa alguna de Wyeomyia en el laboratorio (34).

El virus Wyeomyia no se ha aislado hasta ahora del hombre, pero sí en este se han encontrado anticuerpos para el mismo virus. Cinco de 85 sueros del Valle del Magdalena Medio dieron resultado positivo para Wyeomyia en pruebas NT. En cambio, no se encontró resultado positivo alguno entre 134 sueros de residentes del Alto Magdalena.

EEE. Según se informó en un trabajo anterior, 9 sueros de residentes de San Vicente fueron probados con virus EEE por NT, con resultados negativos (11). Más recientemente Downs (35) probó con el mismo virus, por NT también, 4 sueros de monos cazados en la zona selvática del Magdalena Medio, encontrando en dos de ellos un resultado positivo, lo cual indica actividad pasada del virus en la región.

Bunyamwera. En el mismo trabajo sobre San Vicente de Chucurí (11) informamos el hallazgo de un suero positivo por NT para Bunyamwera entre 201 de residentes de las estribaciones y de un suero positivo entre 99 habitantes del fondo del valle. La interpretación de estos resultados es muy difícil. Debe aclararse, sinembargo que estos dos sueros positivos para Bunyamwera no mostraban anticuerpos para Guaroa, de tal manera que en ellos el resultado para Bunyamwera no puede atribuírse a una infeción pasada por Guaroa. Empero, la duda sobre la epecificidad de la reacción con Bunyamwera subsiste, ya que en la región se ha aislado virus Wyeomyia, del mismo grupo antigénico.

Anopheles A. Un total de 152 sueros de residentes del Alto Magdalena y de 33 sueros del Golfo de Urabá fueron probados por NT con virus Anopheles A. Los resultados fueron negativos en todos los casos.

Anopheles B. Ciento dos sueros de habitantes del Alto Magdalena (Agua de Dios y Villeta) fueron probados con virus Anopheles B por NT, con resultados negativos en todos los casos.

Oropouche. Este virus fue aislado recientemente en Trinidad, de la sangre de una persona febril (36). No se han hecho aislamientos de este agente en Colombia. Sinembargo Downs (35) demostró anticuerpos para Oropouche en 6 de 22 monos capturados en el valle del Magdalena Medio, según se informa en el Cuadro Nº 27. Es interesante notar que los casos positivos sólo se encontraron en los monos capturados en la región de Lizama, según se puede apreciar en la figura Nº 2. En 12 monos de los Llanos Orientales no se encontraron anticuerpos para Oropouche.

Manzanilla. Este virus fue también aislado recientemente en Trinidad (38). Pruebas de neutralización hechas en el Trinidad Regional Virus Laboratory con vi-

rus Manzanilla en 34 sueros de monos de Colombia, dieron resultado negativo, según se indica en los Cuadros Nos. 27 y 28.

Otros virus. A lo largo de todos estos estudios serológicos hemos encontrado proporciones variables de sueros que mostraban anticuerpos HI para agentes del grupo B y, sinembargo, eran completamente negativos en las pruebas NT con fiebre amarilla, Ilheus, Dengue 2, St. Louis y Bussuquara. Es de presumirse que en estos sueros los anticuerpos HI se deban a algún virus del grupo B diferente de los cinco agentes inmediatamente atrás nombrados, y hasta ahora no reconocido en el país.

4. RESUMEN

El presente trabajo, basado principalmente en nuestros estudios sobre 2180 sueros (1792 humanos y 388 de animales), conjuntamente con los resultados de algunos intentos de aislamientos de virus, permite trazar un cuadro sobre la situación actual de ciertos virus transmitidos por artrópodos en cuatro regiones diferentes de Colombia. Mayaro o Una, fiebre amarilla, Ilheus y Guaroa, han mostrado actividad en los Llanos Orientales. Aunque en el momento actual no hay evidencia de actividad corriente de virus arbo en el Alto Magdalena, el aspecto inmunológico indica que allí el dengue ha tenido marcada prevalencia, y además VEE, en la región de El Espinal. En el valle del Magdalena Medio, los siguientes virus han mostrado actividad: VEE, Mayaro o Una, fiebre amarilla, Ilheus, Bussuquara, Guaroa, Wyeomyia, Oropouche, St. Louis y EEE. En general, la actividad viral ha sido mayor allí, en la zona del valle. Se destaca el hecho de que esta intensa y variada actividad de 10 virus diferentes puede registrarse en un área de tamaño reducido, tal como la estudiada en las zonas del fondo del valle de San Vicente y Barrancabermeja. En el Golfo de Urabá los virus predominantes parecen ser Ilheus y Guaroa.

Se presentan igualmente algunos aspectos importantes de la epidemiología de los distintos virus arbo en Colombia y se relieva su importancia como agentes causales de epidemias y epizootias que dificultan el progreso de las zonas tropicales.

Se hace mención especial del virus Guaroa, probablemente el virus que mayor prevalencia tiene en las regiones tropicales colombianas, y del VEE, también ampliamente difundido en el país, con un foco enzoótico muy importante en el valle del Medio Magdalena, y agente responsable de varias epidemias y epizootias, entre otras, las que asolaron la Guajira en 1962, causando muy cuantiosas pérdidas.

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer constar mi sincero agradecimiento a las siguientes personas sin cuya colaboración este trabajo hubiera sido imposible: A los Doctores Augusto Gast-Galvis, director del antiguo Instituto "Carlos Finlay", por su asistencia y ayuda permanente y a los Doctores Enrique Prías, Hernando Vidales, Pablo Barreto, Carlos Bernal y Alberto Morales, a la señora Dora de Muschalik, y a las señoritas Clara Lesmes, Marina Sabogal y Sara Vargas, también del mismo Instituto, quienes sin excepción y con dedicación ejemplar prestaron su invaluable cooperación en distintas fases de este trabajo.

Igualmente deseo dar gracias expresivas al Dr. John Austin Kerr, de la Fundación Rockefeller, por su estímulo constante y sus valiosos consejos y a los Doctores Max Theiler, Jordi Casals y Wilbur Downs, también de la Fundación Rockefeller, por su valiosa y desinteresada colaboración.

Finalmente consigno mi agradecimiento a la Señorita Cecilia Bernal de la Universidad de los Andes, por su ayuda insustituíble en la preparación del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Organización Mundial de la Salud, 1961.
Virus transmitidos por Artrópodos. Informe de un Grupo de Estudio. Informe Técnico Nº 219, Ginebra.
2. Scott, H. H., 1939.
A history of Tropical Medicine. Edward Arnold and Co., London.
3. Roca-García, M., 1944.
"The isolation of three neurotropic viruses from forest mosquitoes in Eastern Colombia". J. Inf., Diseases, 75: 160-169.
4. Soriano-Lleras, A., and Figueroa, L., 1942.
Aislamiento de un virus de caballo atacado de "peste loca", Boletín del Instituto Nacional de Higiene (Bogotá), Nº 8: 4-15.
5. Groot, H., Oya, A., Bernal, C., and Barreto, P., 1959.
Guaroa virus, a new agent isolated in Colombia, South America. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 8: 604-609.
6. Groot, H., Morales, A., and Vidales, H., 1961.
Virus isolations from forest mosquitoes in San Vicente de Chucurí, Colombia. Am. J. Trop. Med. & Hyg., 10: 397-402.
7. Smithburn, K. C., Kerr, J. A., and Gatne, P. B., 1954.
Neutralizing antibodies against certain viruses in the sera of residents of India. J. Immunol., 72: 248-257.
8. Sawyer, W. A. & Lloyd, W., 1931.
The use of mice in tests of immunity against yellow fever, J. Exp. Med., 54: 533-555.
9. Casals, J. 1963.
Relationships among arthropod-borne animal viruses determined by cross-challenge tests. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 12: 587-596.
10. Clarke, D. H., and Casals, J., 1958.
Techniques for hemagglutination and hemagglutination-inhibition with arthropod-borne viruses. Am. J. Trop. Med. & Hyg., 7: 561-573.
11. Groot, H., Kerr, J. A., Sanmartín, C., and Vidales, H., 1959.
Antibodies to yellow fever and other arthropod borne viruses in human residents of San Vicente de Chucurí, Santander, Colombia. Am. J. Trop. Med. & Hyg., 8: 175-189.
12. Sanmartín, C., and Dueñas, A. 1959.
Hemagglutination-inhibition and neutralization tests for the Venezuelan Equine Encephalomyelitis Virus. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 8: 346-348.
13. Valencia, J. M., 1960.
Anticuerpos para dengue y otros virus en Villeta, Cundinamarca. Universitas Medica, 5: 406.
14. Hernández, A., 1959.
Anticuerpos para el virus de la Encefalitis Equina

Venezolana y para otros virus en El Espinal y Girardot, Colombia. Tesis, Universidad Javeriana, Bogotá.

15. Sanmartín, C., Groot. H., and Osorno, E., 1954. Human epidemic in Colombia caused by the Venezuelan Equine Encephalomyelitis Virus. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 3: 283-293.
16. Groot, H. y Gast, A., 1964. Observaciones sobre la vacuna de virus 17 D para fiebre amarilla por escarificación cutánea. (Para ser publicado).
17. Barei, S., 1961. Información personal.
18. Sanmartín, C., 1960. Información personal.
19. Vidales, H., 1963. Información personal.
20. Theiler, M., 1962. Comunicación personal.
21. Gast-Galvis, A., 1958. Incidencia de la fiebre amarilla en diferentes zonas de Colombia, Bol. Of. San. Pan., 44: 10-19.
22. Kerr, J. A., Roca-García, M., and Bugher, J. C., 1960. Naturally acquired yellow fever immunity in Muzo, Colombia. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 9: 18-28.
23. Boshell, J., 1956. El avance de la fiebre amarilla selvática hacia el noroeste de la América Central. Bol. Of. San. Pan., 40: 400-407.
24. Trapido, H., and Galindo, P., 1956. The epidemiology of Yellow Fever in Middle America. Parasitological Reviews, 5, 285-323.
25. Bernal, C., 1961. Información personal.
26. Downs, W. G., Anderson, C. R., Aitken, T. H. G., and Delpeche, K. A., 1956. Notes on the epidemiology of Ilheus virus infection in Trinidad, B. W. I. Caribbean Med. J., 18: 74-79.
27. Galindo, P., De Rodaniche, E., and Johnson, C. M., 1959. St. Louis Encephalitis in Panama. I. Isolation of the virus from Forest Mosquitoes and Human Blood. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 8: 557-60.
28. Gómez, G., and Causey, O. R., 1959. Bussuquara, a new Arthropod-Borne virus. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 101: 275-279.
29. Causey, O., 1960. Comunicación personal.
30. Whitman, L., 1960. Comunicación personal.
31. Peralta, P. H., y Galindo, P., 1961. Comunicación personal.
32. Aitken, T. H. G., 1960. A survey of Trinidadian Arthropods for Natural Virus Infections (August, 1953 to December, 1958). Mosquito News, 20: 1-10.
33. Causey, O. R., Causey, C. E., Maroja, O. M., and Macedo, D. G., 1961. The isolation of arthropod borne viruses in the Amazon region of Brazil including members of two hitherto undescribed serological groups, 10: 227-258.
34. Morales, A., y Vidales, H., 1962. Distribución de mosquitos selváticos en San Vicente de Chucurí, Colombia. Lozania, Nº 13, págs. 3-16.
35. Downs, W. G., 1961. Comunicación personal.
36. Anderson, C. R., Spence, L., Downs, W. G., and Aitken, T. H. G., 1961. Oropouche virus: a new human disease agent from Trinidad, West Indies. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 10· 574-578.
37. Bugher, J. C., 1951. The mammalian host in yellow fever. Chapter in Yellow Fever. Edit. G. K. Strode. McGraw-Hill New York, page 360.
38. Anderson, C. R., Spence, L. P., Downs, W. G., and Aitken, T. H. G., 1960. Manzanilla Virus: a new virus isolated from the blood of a howler monkey in Trinidad, W. I. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 9: 78-80.
39. Boshell, J., and Bevier, G. A., 1958. Yellow fever in the Lower Motagua Valley, Guatemala. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 7: 28-35.

CUADRO Nº 1

Procedencia de 1792 sueros humanos recolectados en Colombia para investigación de anticuerpos contra virus transmitidos por artrópodos.

Región	Tipo del área	Depto.	Localidad	Altura metros	Nº de sueros	Años de recolección
Golfo de Urabá	Bosque húmedo tropical con áreas desmontadas	Chocó	Acandí	4	21	1961
	Bosque húmedo tropical	Chocó	Guayabal	4	12x	1961
Valle del Alto Magdalena	Fondo del Valle (zona urbana)	Tolima	Espinal	438	50	1958
	Fondo del Valle (zona rural)	Tolima	Espinal	438	50	1958
	Fondo del Valle (zona urbana)	Cund.	Agua de Dios	552	163	1957
	Estribaciones (zona urbana)	Cund.	Villeta	842	64	1958
	Estribaciones (zona rural)	Cund.	Villeta	600-1000	95	1958
Valle del Magdalena Medio	Estribaciones	Caldas	Samaná	800	40	1957
	Fondo del Valle	Santander	Barrancabermeja	150	170	1960
Llanos Orientales	Pie de monte de la Cordillera Oriental	Cund. y Meta	Desde Medina hasta San Martín	350 a 500	841xx	1956-57
					87	1958-59
					81	1960
	Sabanas y bosques en galería	Varios	Pto. López y otras +	150-400	81	1956-57
	Bosque húmedo tropical	Vichada	Amanavén	100	37x	1958
				Total	1792	

x Indios habitantes de la selva.
xx Comprende 52 de Medina; 118 de Apiay, 243 de Villavicencio, 115 de Acacías, 63 de San Martín, 110 de San Carlos de Guaroa y 140 de varias localidades.
+ Incluye 9 sueros del Guaviare y 33 de Casanare.

CUADRO Nº 2

Resumen de los resultados de pruebas serológicas practicadas a personas residentes en cuatro regiones geográficas distintas de Colombia.

Región	Area	Localidad	Altura (Mts.)		NT Fiebre Amarilla	NT Dengue 2	NT Ilheus	NT S. Louis	NT Bussq.	NT Guaroa	NT Mayaro	HI VEE
Golfo de Urabá	Bosque y desmonte	Acandí	4	R.	10/21x	8/19	11/21	2/21	2/20	11/20	2/21	5/21
				%	48	42	52	10	10	55	10	24
	Bosque	Guayabal	4	R.	0/10	1/11	1/7	0/5	2/5	2/7	1/7	7/12
				%	0	9	14	0	40	29	14	58
Valle del Alto Magdalena	Fondo del Valle	Espinal	438	R.	4/39	12/47	0/50	0/49	0/46	0/46	1/44	2/50
				%	10	26	0	0	0	0	2	4
		Espinal xx	438	R.	2/32	12/50	1/49	0/48	0/42	0/46	2/41	3/50
				%	6	24	2	0	0	0	5	6
		A. de Dios xx	552	R.	9/163	30/163	0/163	0/40	0/39	0/39	0/39	0/31
				%	6	20	0	0	0	0	0	0
	Estribaciones	Villeta xx	842	R.	4/24	19/64	5/33	0/25	0/2	0/29	0/2	1/27
				%	17	30	15	0	0	0	0	4
		Villeta	600-1000	R.	4/55	11/95	1/56	0/56	0/22	1/50	0/22	1/59
				%	7	12	2	0	0	2	0	2
Valle del Magdalena Medio	Estribaciones	Samaná	800-	R.	26/40	4/31	1/19	—	—	—	—	1/17
				%	65	13	5	—	—	—	—	6
		San Vicente	1000	R.	342/442	6/300	10/355	2/29	—	6/60	—	5/313
				%	77	2	3	7	—	10	—	2
	Fondo del Valle	San Vicente		R.	37/53	2/47	7/46	5/43	—	22/36	—	12/46
				%	70	4	15	12	—	61	—	26
		Barranca	150	R.	161/170	7/155	19/158	9/158	38/168	73/154	38/155	—
				%	95	5	12	6	23	47	24	—
Llanos Orientales	Pie de Monte	Medina hasta San Martín	350-500	R.	127/205	12/126	19/124	1/73	1/72	133/229	10/72	6/433
				%	62	10	15	1	1	58	14	1
	Sabana y bosque	Pto. López	150-400	R.	12/31	0/5	6/12	0/25	—	—	—	1/57
				%	39	0	50	0	—	—	—	2
	Bosque	Amanavén (Vichada)	100	R.	19/37	3/33	16/34	0/27	0/5	2/6	3/5	1/36
				%	51	9	47	0	0	33	60	3

x Número de positivos / número de examinados; % = porcentaje de positivos. xx Localidad urbana; las restantes rurales.

CUADRO Nº 3

Valle del Magdalena Medio. Zona rural de Barrancabermeja. Resultado de 153 sueros probados cada uno con 4 virus del grupo B por NT.

No	Bussuquara	St. Louis	Dengue 2 (Tr. 1751)	Ilheus
1	P	P	I	P
1	P	N	P	P
2	P	N	I	P
1	P	N	P	N
4	P	N	N	P
3	P	N	I	N
20	P	N	N	N
1	I	P	P	P
1	I	N	P	N
6	I	N	N	N
1	N	P	P	N
1	N	P	N	P
5	N	P	N	N
1	N	I	N	P
2	N	N	P	N
1	N	N	I	P
6	N	N	N	P
96	N	N	N	N

P = Positivo. I = Inconcluyente. N = Negativo.

CUADRO Nº 4

Resumen de los resultados de pruebas HI en residentes de varias localidades de la zona de Pie de Monte de los Llanos Orientales.

Lugar	Fiebre amarilla Cepa 17 D		Fiebre amarilla Cepa J S S		Ilheus		Dengue 2		VEE	
	R[x]	%[xx]	R	%	R	%	R	%	R	%
Medina	29/54	54	14/53	26	2/52	4	2/52	4	0/33	0
Apiay	55/96	57	57/120	48	27/118	23	28/118	24	0/46	0
Villavicencio	132/221	60	108/242	45	33/242	14	29/243	12	0/79	0
Acacías	56/109	51	38/115	33	21/117	18	18/115	16	0/83	0
San Martín	19/41	46	24/65	37	19/63	30	19/63	30	0/28	0
Guaroa	20/57	35	18/57	32	9/56	16	9/56	16	3/43	7
Varios	57/127	50	46/143	32	22/142	16	19/140	14	3/121	2
	268/705	52	305/795	38	133/790	17	124/787	16	6/433	1

[x] R: Nº positivo / Nº examinado. [xx] Porcentaje de positivos.

CUADRO Nº 5

Resultados de pruebas HI en sueros de personas residentes en varias localidades de la zona de Pie de Monte de los Llanos Orientales. (698 sueros probados cada uno con 4 antígenos).

Fiebre amarilla 17 D	Fiebre amarilla J S S	Ilheus	Dengue 2	Nº
P[x]	P	P	P	70[xxx]
P	P	P	N[xx]	10
P	P	N	P	18
P	P	N	N	163
P	N	N	N	74
P	N	N	P	3
P	N	P	P	19
P	N	P	N	11
N	P	N	N	2
N	N	P	N	9
N	N	N	N	319
			Total	698

Total de positivos con antígeno FA, 17 D = 368 (51%)
Total de positivos con antígeno FA, JSS = 263 (38%)
Total de positivos con antígeno Ilheus = 119 (17%)
Total de positivos con antígeno Dengue 2 = 113 (16%)
[x] P = Positivo
[xx] N = Negativo
[xxx] Títulos promedios en este grupo: 17 D = 3.3
J S S = 2.9
Ilheus = 2.9
Dengue 2 = 2.7

CUADRO Nº 6

Resultados de pruebas HI en sueros de personas residentes en la zona de Sabanas y de bosques en galerías de los Llanos Orientales.

Fiebre amarilla 17 D	Fiebre amarilla J S S	Ilheus	Dengue 2	Nº
P[x]	P	P	P	13[xxx]
P	P	N[xx]	N	14
P	P	N	P	1
P	N	N	N	3
P	N	P	N	1
N	N	P	P	1
N	N	P	N	2
N	N	N	N	34
			Total	69

Total de positivos con FA, 17 D = 32 (46%)
Total de positivos con FA, J S S 28 (41%)
Total de positivos con Ilheus 17 (25%)
Total de positivos con Dengue 2 15 (22%)
[x] P = Positivo
[xx] N = Negativo
[xxx] = Títulos promedios en este grupo 17 D: 3.2
J S S: 2.5
Ilheus: 2.8
Dengue: 2.2

CUADRO Nº 7

Resultados de pruebas HI en personas residentes en dos grandes zonas de los Llanos Orientales. Prevalencia de sueros positivos cuádruples probados con cuatro antígenos del Grupo B de Casals.

Localidad	Positivos cuádruples		Promedio de títulos			
	R[x]	% Pos.[xx]	17 D	J S S	Ilheus	Dengue 2
1. ZONA DE PIE DE MONTE						
Medina	0/53	0	—	—	—	—
Apiay	13/86	15.2	3.3	2.7	3.5	3.9
Villavicencio	24/221	10.9	3.5	2.7	3.1	2.1
Acacías	14/109	12.8	2.9	3.8	2.3	2.4
San Martín	5/46	10.9	4.2	3.4	4.0	3.4
Guaroa	5/57	8.8	1.6	1.6	1.6	2.2
Varias	9/126	7.1	4.0	3.3	2.9	3.0
Total de Pie de Monte	70/698	10.0	3.3	2.9	2.9	2.7
2. ZONA DE SABANAS Y BOSQUES	13/69	18.8	3.2	2.5	2.8	2.2

[x] Nº de sueros positivos cuádruples / Nº total de sueros.
[xx] Porcentaje de sueros positivos con los cuatro antígenos.

CUADRO Nº 8

Resultados de pruebas HI con antígenos de Fiebre Amarilla (17 D) y de Ilheus en residentes de la zona de Pie de Monte de los Llanos Orientales. Análisis por edad y sexo.

Antígeno	Edad (años)	Hombres		Mujeres		Total	
		R	%	R	%	R	%
17 D	5-9	3/11	27	1/4	25	4/15	27
	10-14	7/26	27	6/14	43	13/40	32
	15-19	33/72	46	13/29	45	46/101	46
	20-29	96/176	55	22/50	44	118/226	52
	30-39	64/109	59	9/22	41	73/131	56
	40-49	23/37	62	5/14	36	28/51	56
	50 +	26/38	68	5/7	71	31/45	69
	Total	252/469	54	61/140	44	313/609	51
Ilheus	5-9	1/11	9	0/4	0	1/15	7
	10-14	2/29	7	1/16	6	3/45	7
	15-19	11/83	13	1/33	3	12/116	10
	20-29	25/190	13	8/58	14	33/248	13
	30-39	18/119	15	4/23	17	22/142	16
	40-49	13/43	30	2/15	13	15/58	24
	50 +	18/40	45	2/8	25	20/48	42
	Total	88/515	17	18/157	11	106/672	16

CUADRO Nº 9

Resultados de pruebas de neutralización en sueros de 37 indios de Amanavén.

Fiebre amarilla	Ilheus	Dengue 2	St. Louis	Nº
P	P	P	—	1
P	P	I	N	3
P	P	N	N	4
P	P	N	—	1
P	I	I	N	3
P	I	N	N	3
P	N	N	N	1
P	—	—	—	2
P	N	P	N	1
I	I	N	N	1
N	P	N	N	1
N	P	N	—	2
N	P	I	N	1
N	P	—	N	1
N	P	N	N	1
N	P	—	—	1
N	I	P	N	1
N	—	—	—	1
N	N	N	—	1
N	N	N	N	7
			Total	37

P = Positivo I = Inconcluyente N = Negativo

CUADRO Nº 10

Virus VEE. Resultados de pruebas HI en sueros humanos de residentes en dos localidades de Colombia.

Edad (Años)	Espinal 1)		San Vicente 2)	
	Relación 3)	% Pos.	Relación	% Pos.
< 1	1/8[x]	13	—	—
1-4	0/15	0	—	—
5-9	1/22	7	3/17	18
10-14	1/19	5	12/35	34
15-19	1/17	6	2/7	28
20-29	1/13	8	2/5	40
30 +	0/6	0	13/30	43
Total	5/100	5	32/94	34

1) Sueros obtenidos 6 años después de una epidemia.
2) Sueros obtenidos en 1957 de residentes del fondo del valle. El virus se ha aislado en la región durante 1955, 1957, 1958, 1959 y 1960.
3) Número de sueros positivos con títulos de 4 o más / número total de sueros probados.
[x] Edad del caso positivo: 5 meses. Este resultado podría explicarse por inmunidad heredada de la madre.

CUADRO Nº 11

Valle del Magdalena Medio. Zona rural de Barrancabermeja. Resultado de pruebas de neutralización con Virus Mayaro en 155 personas residentes del fondo del valle, analizados por edad y sexo.

Edad (Años)	Hombres Rx	%	Mujeres R	%	Total R	%
0-4	0/11	0	0/8	0	0/19	0
5-9	1/9	11	3/10	30	4/19	21
10-14	2/10	20	1/9	11	3/19	16
15-19	2/9	22	2/10	20	4/19	21
20-29	1/9	11	2/12	17	3/21	14
30-39	4/10	40	3/10	30	7/20	35
40-49	5/10	50	2/9	22	7/19	37
50 +	4/9	45	6/10	60	10/59	53
Total	19/77	25	19/78	24	38/155	25

x Relación: Nº positivo / Nº examinado.

CUADRO Nº 12

Probables períodos de actividad del virus de fiebre amarilla en la región de San Vicente de Chucurí.

Período de actividad	Número de muertes por fiebre amarilla x	Duración del período de actividad en meses	Duración del período subsiguiente de inactividad aparente
Julio 1936-Febrero 1937	16	8	41
Julio 1940-Dic. 1941	15	18	24
Enero 1944-Octubre 1944	2	10	19
Junio 1946-Febrero 1947	15	9	20
Noviembre 1948	1	1	25
Enero 1951-Enero 1952	12	13	30
Agosto 1954-Julio 1955	14	12	25
Septiembre 1957-Dic. 1958	6	16	30
Julio 1961-Septiembre 1962	2	15	18 xx

x Comprobadas por el estudio microscópico del hígado.
xx Datos hasta febrero 1964.

CUADRO Nº 13

Resultados de pruebas de neutralización con tres virus del grupo B practicadas a indios residentes en dos regiones de Venezuela Oriental; Urimán y Santa Helena, (1957).

Virus			Localidades	
Fiebre	Ilheus	Dengue 2	Urimán Nº de casos	Santa Helena Nº de casos
P	P	P	5	3
P	P	N	4	3
P	P	I	0	1
P	I	P	1	0
P	I	I	3	0
P	I	N	2	0
P	N	I	0	1
P	N	N	7	1
N	I	P	1	0
N	N	P	0	1
N	P	I	1	1
N	P	N	2	12
N	I	I	0	1
N	I	N	0	3
N	N	N	2	14
		Total	28	41

P = Positivo I = Inconcluyente N = Negativo

CUADRO Nº 14

Villeta. Virus Dengue 2. Resultados de pruebas de neutralización en sueros de residentes de toda la vida.

Edad	Zona rural Rx	%	Zona urbana R	%
1-4	0/3	0	1/8	13
5-9	2/14	14	1/13	8
10-14	0/13	0	0/7	0
15-19	2/14	14	3/8	38
20-29	3/15	20	3/7	43
30 +	4/36	11	11/21	52
Total	11/95	12	19/64	30

x Relación: número positivo / número examinado.

CUADRO Nº 15

Espinal. Virus Dengue 2. Resultados de pruebas de neutralización en sueros de residentes de toda la vida.

Edad	Zona rural Rx	%	Zona urbana R	%
< 1	0/5	0	0/3	0
1-4	0/8	0	0/7	0
5-9	0/9	0	1/11	9
10-14	5/9	56	0/10	0
15-19	3/10	30	3/7	43
20-29	3/5	60	4/8	50
30 +	1/1	100	4/4	100
Total	12/47	26	12/50	24

x Relación: número positivo / número examinado.

CUADRO Nº 16

Análisis por edad de los resultados de pruebas HI con 5 antígenos del grupo B practicadas con sueros de residentes de toda la vida en Villeta. Zona Urbana.

Edad en años	Nº de personas examinadas	FIEBRE AMARILLA						ILHEUS			DENGUE II			ST. LOUIS		
		Cepa 17 D			Cepa JSS			Cepa Laemmert			Cepa Tr. 1751					
		Nº P[x]	%P+	Prom.[xx]	Nº P.	% P.	Prom.	Nº P.	% P.	Prom.	Nº P.	% P.	Prom.	Nº P.	% P.	Prom.
1-4	8	3	38	2.0	1	13	1.0	0	0	—	0	0	—	1	13	2
5-9	13	2	15	1.5	2	15	1.0	2	15	3.5	1	8	3.0	1	8	5.0
10-14	7	0	—	—	1	14	3.0	2	29	3.0	1	14	5.0	1	14	6.0
15-19	8	3	38	3.3	3	38	2.3	3	38	4.7	3	38	3.7	3	38	4.0
20-29	7	2	29	2.0	2	29	1.0	2	29	3.5	3	43	2.3	2	29	3.5
30 +	21	5	24	4.8	5	24	4.8	10	48	4.7	9	43	3.9	10	48	5.1
Total	64	15	23	3.1	14	22	2.8	19	30	4.3	17	27	3.6	18	28	4.6

[x] Nº de positivos + % de positivos [xx] Promedio de títulos

CUADRO Nº 17

Análisis por edad de los resultados de pruebas HI con 5 antígenos del grupo B practicadas con sueros de residentes de toda la vida en El Espinal. Zona Urbana.

Edad en años	Nº de personas examinadas	FIEBRE AMARILLA						ILHEUS			DENGUE II			ST. LOUIS		
		Cepa 17 D			Cepa JSS			Cepa Laemmert			Cepa Tr. 1751					
		Nº P[x]	%P+	Prom.[xx]	Nº P.	% P.	Prom.	Nº P.	% P.	Prom.	Nº P.	% P.	Prom.	Nº P.	% P.	Prom.
< 1	3	0	0		0	0	0	2	7	1.5	0	0	0	2	67	2.8
1-4	7	0	0	0	0	0	0	1	14	2	0	0	0	1	14	2
5-9	11	1	9	1	1	9	0.5	4	36	2.5	2	18	2.0	6	55	2.6
10-14	10	5	5	2	4	40	1.7	9	9	3.2	6	6	1.8	10	100	3.9
15-19	7	6	86	3.8	6	86	3.2	6	86	3.5	6	86	3.5	6	86	6.0
20-29	8	6	75	1.6	6	75	2.3	5	63	1	5	63	2.2	5	63	4.4
30 +	4	4	100	6.6	4	100	3.7	4	100	8.7	4	100	6.7	4	100	6.3
Total	50	22	44	3.1	21	42	2.7	31	62	4.7	23	46	3.4	34	68	4.3

[x] Nº de positivos + % de positivos [xx] Promedio de títulos

CUADRO Nº 18

Análisis por edad de los resultados de pruebas HI con 5 antígenos del grupo B practicadas con sueros de residentes de toda la vida en El Espinal. Zona Rural.

Edad en años	Nº de personas examinadas	FIEBRE AMARILLA						ILHEUS			DENGUE II			ST. LOUIS		
		Cepa 17 D			Cepa JSS			Cepa Laemmert			Cepa Tr. 1751					
		Nº P[x]	%P+	Prom.[xx]	Nº P.	% P.	Prom.	Nº P.	% P.	Prom.	Nº P.	% P.	Prom.	Nº P.	% P.	Prom.
< 1	5	0	0	0	0	0	0	1	20	2.0	1	20	1.0	3	60	1.3
1-4	8	1	13	3	1	13	0.5	1	13	2.0	0	0	0	2	25	2.5
5-9	11	3	27	2	2	18	2.5	8	73	2.8	7	64	2.6	8	73	2.1
10-14	9	5	56	1.4	4	45	2.0	6	67	3.6	6	67	3.1	7	78	3.1
15-19	10	4	40	2.8	4	40	3.0	9	90	3.3	5	50	2.5	9	90	3.6
20-29	5	3	60	3.3	3	60	2.3	4	80	4.7	3	60	6.0	4	80	4.5
30 +	2	0	0	0	0	0	0	1	50	2	1	50	4.0	2	100	2.0
Total	50	16	32	2.2	14	28	2.3	30	60	3.3	23	46	3.1	35	70	2.9

[x] Nº de positivos + % de positivos [xx] Título promedio de las pruebas positivas

CUADRO Nº 19

Espinal. Análisis de resultados de pruebas HI con antígenos de fiebre amarilla, Ilheus, Dengue y St. Louis en residentes de toda la vida. Proporción de sueros que reaccionaron con todos los antígenos (positivos cuádruples).

Edad	Zona Rural R[x]	%	Zona Urbana R	%
< 1	0/5	0	0/3	0
1-4	0/8	0	0/7	0
5-9	3/11	27	1/11	9
10-14	5/9	56	5/10	50
15-19	4/10	40	6/7	86
20-29	3/5	60	5/8	63
30 +	0/2	0	4/4	100
Total	15/50	30	21/50	42

[x] Relación: Nº sueros positivos con todos los cuatro antígenos Nº de sueros examinados.

CUADRO Nº 20

Virus Dengue 2. Resultados de pruebas de neutralización en 327 personas residentes en el Alto Magdalena en áreas donde hasta en 1952 se registraba la presencia de **Aedes aegypti.** (Sueros recolectados en 1958).

Edad	Hombres R[x]	%	Mujeres R	%	Total R	%
< 1	0/3	0	0/5	0	0/8	0
1-4	1/8	12.5	0/23	0	1/31	3.2
5-9	3/35	8.6	3/24	12.5	5/59	8.5
10-14	11/70	15.7	12/51	25.5	24/121	19.8
15-19	7/21	33.3	9/36	25.0	16/57	28.1
20-29	3/9	33.3	7/13	53.8	10/22	45.5
30-39	3/4	75.0	1/3	33.3	4/7	57.1
40-49	4/8	50.0	0/1	0	4/9	44.4
50 +	5/6	83.3	6/7	85.7	11/13	84.6
Total	37/164	22.6	39/163	23.9	76/327	23.3

[x] Nº positivo / Nº examinado

CUADRO Nº 21

Valle del Magdalena Medio. Zona Rural de Barrancabermeja (fondo del valle). Resultado de pruebas de neutralización con virus Bussuq, de acuerdo con la edad y el sexo.

Edad (Años)	Hombres R[x]	%	Mujeres R	%	Total R	%
0-4	2/11	18	0/8	0	2/19	11
5-9	4/14	29	2/10	20	6/24	25
10-14	0/11	0	2/11	18	2/22	9
15-19	1/10	10	3/10	30	4/20	20
20-29	3/10	20	2/13	15	4/23	17
30-39	3/10	30	5/10	50	8/20	40
40-49	3/11	27	2/10	20	5/21	24
50 +	4/8	50	3/11	27	7/19	37
Total	19/85	22	19/83	24	38/168	23

[x] Nº positivo / Nº examinado

CUADRO Nº 22

Valle del Magdalena Medio. Zona rural de Barrancabermeja (fondo del valle). Resultado de pruebas de neutralización con virus Ilheus, de acuerdo con la edad y el sexo.

Edad (Años)	Hombres R[x]	%	Mujeres R	%	Total R	%
0-4	0/11	0	0/8	0	0/19	0
5-9	0/9	0	0/10	0	0/19	0
10-14	0/10	0	0/10	0	0/20	0
15-19	0/9	0	4/10	40	4/19	21
20-29	1/10	10	1/12	8	2/22	9
30-39	3/10	30	4/10	40	7/20	35
40-49	1/10	10	1/10	10	2/20	10
50 +	3/9	33	1/10	10	4/19	21
Total	8/78	10	11/80	13	19/158	12

[x] Nº positivo / Nº examinado

CUADRO Nº 23

Virus Guaroa. Resultados de pruebas de neutralización en sueros tomados durante 1960 a adultos residentes en Guaroa y regiones vecinas, de acuerdo con el tiempo de residencia.

Tiempo de residencia (Años)	Relación[x]	% Pos.
1	4/8	50
2	5/10	50
3	11/20	55
4	3/6	50
5	5/8	63
6-9	2/4	50
10-13	7/9	78
14 +	5/5	100

[x] Número positivo / número examinado

CUADRO Nº 24

Virus Guaroa. Resultados de pruebas de neutralización practicadas a 53 personas residentes en la zona del fondo del Valle de San Vicente de Chucurí. Muestras tomadas en 1957.

Edad (Años)	Hombres Relación[x]	% Pos.	Mujeres Relación	% Pos.	Total Relación	% Pos.
5-9	3/6	50	1/3	33	4/9	44
10-14	11/20	55	2/3	67	13/23	57
15-19	1/2	50			1/2	50
20-29	2/2	100	1/1	100	2/2	100
30-39	2/2	100	3/4	75	5/6	83
40-49	1/1	100	3/5	60	4/6	67
50 +	4/4	100			4/4	100
Totales	24/37	65	10/16	63	34/53	64

[x] Número positivo / número examinado

CUADRO Nº 25

Virus Guaroa. Pruebas de neutralización en sueros de personas residentes en el fondo del Valle, zona rural de Barrancabermeja, de acuerdo con la edad y el sexo.

Edad (Años)	Hombres Relación[x]	% Pos.	Mujeres Relación	% Pos.	Total Relación	% Pos.
0-4	1/10	10	1/8	13	2/18	11
5-9	2/8	25	3/10	30	5/18	28
10-14	3/9	33	3/10	30	6/19	32
15-19	1/9	11	8/10	80	9/19	47
20-29	7/9	78	5/12	42	12/21	57
30-39	7/10	70	5/10	50	12/20	60
40-49	6/10	60	8/10	80	14/20	70
50 +	8/9	89	5/10	50	13/19	68
Total	35/74	47	38/80	48	73/154	47

[x] Relación: Nº positivo / Nº examinado

CUADRO Nº 26

Virus Guaroa. Resultados de pruebas de neutralización practicadas en sueros de 731 personas residentes de distintas regiones de Colombia.

Localidad	Historia del virus Guaroa en la localidad	Tiempo de residencia de los dadores	RESULTADOS							Fecha de sangría
			Número[xx]			Total	Porcentaje			
			Pos.	Inc.	Neg.		Pos.	Inc.	Neg.	
Guaroa	Aislado simultáneamente con los sueros para prueba NT	2-10 meses	34	18	17	69	49.3	26.1	24.6	Mayo 1956
Guaroa		2-6 meses	14	8	19	41	34.2	19.5	46.3	Mayo 1956
Chichimene		desconocida	10	11	8	29	34.5	37.9	27.6	Julio 1958
Guaroa	Aislado 2 años antes	"corto tiempo"[x]	0	2	32	34	0	6.2	93.8	Julio 1958
Guaroa	Aislado 2 años antes	desconocida	1	3	2	6	16.7	50.0	33.3	Julio 1958
Guaroa	Aislado 3 años antes	1 m. - 4 años	6	10	2	18	33.3	55.6	11.1	Julio 1959
Guaroa	Aislado 4½ años antes	1-14 años	52	3	26	81	64.2	3.8	32.0	Dic. 1960
S. Vicente valle	Virus no aislado de 65.000 mosquitos inoculados	desconocido	73	16	65	154	47.4	10.4	42.2	Junio 1960
S. Vicente		5 + años	34	12	7	53	64.1	22.6	13.3	Abril 1957
S. Vicente estribación	No se ha hecho intentos de aislamiento de virus	toda la vida	6	3	41	50	12.0	6.0	82.0	Sept. 1956
Villeta		toda la vida o casi toda la vida	1	0	78	79	1.3	0	98.7	Junio 1958
Espinal			0	0	102	102	0	0	100.0	Junio 1958
Sibaté			0	0	10	10	0	0	100.0	Abril 1958
Amanavén			2	0	5	5	40.0	0	60.0	Julio 1958

[x] La única información dice: "soldados muy recientemente llegados al lugar".
[xx] Pos. = Positivo Inc. = Inconcluyente Neg. = Negativo

CUADRO Nº 27

Resultado de pruebas serológicas practicadas a monos capturados en 1957 en tres localidades distintas de la zona del fondo del Valle en los municipios de San Vicente de Chucurí y de Barrancabermeja.

Localidad	Género	Fiebre amarilla NT	Ilheus NT	Dengue 2 NT	Oropouche NT[b]	Manzanilla NT[b]	Pruebas HI[b] positivas solo para o con título mayor para:[c]			
							VEE	Mayaro	EEE	Indeterminado
Meseta de caballeros	Alouatta	4/5[a]	0/4	0/4	0/5	0/5	1/5	3/5	0/5	0/5
	Aotus	1/2			0/2	0/2	0/2	1/2	0/2	0/2
	Cebus	1/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/1	0/1	0/1	0/1
	Total	6/8	0/5	0/5	0/8	0/8	2/8	4/8	0/8	0/8
Peroles	Cebus	3/4	0/4	0/5	0/5	0/5	1/5	1/5	1/5	2/5[d]
Lizana	Ateles	3/5	0/5	0/5	2/5	0/5	2/5	0/5	1/5	0/5
	Cebus	3/4	0/4	1/4	4/4	0/4	3/4	1/4	0/4	0/4
	Total	6/9	0/9	1/9	6/9	0/9	5/9	1/9	1/9	0/9
Gran Total		15/21	0/18	1/19	6/22	0/22	8/22	6/22	2/22	2/22

[a] Nº positivo / Nº examinados.
[b] Pruebas hechas en Trinidad Regional Virus Laboratory.
[c] Los sueros se probaron con antígenos de VEE, EEE, WEE y Mayaro.
[d] Los títulos de estos sueros fueron así: Suero 38491, 3 con Mayaro y VEE; 2 con EEE y 1 con WEE. Suero 38493, 3 con VEE, EEE y Mayaro; y 1 con WEE.

CUADRO Nº 28

Resultado de pruebas serológicas hechas a monos capturados en 1957 en los Llanos Orientales.

Localidad	Género	Fiebre amarilla NT	Ilheus NT	Dengue 2 NT	Oropouche NT[b]	Manzanilla NT[b]	Pruebas HI[b] positivas solo para o con título mayor para:[c]			
							VEE	Mayaro	EEE	Indeterminado
Pie de monte	Alouatta	0/1[a]			1/1	0/1	0/1	1/1	0/1	0/1
	Aotus	0/2			0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2
	Ateles	1/2	0/2							
	Callicebus	0/3	0/3	0/3						
	Cebus	4/6	0/5		0/1	0/1	0/1	1/1	0/1	0/1
	Saimiri	1/5	0/4	0/3	0/1	0/1	0/1	1/1	0/1	0/1
	Total	6/19	0/14	0/6	1/5	0/5	0/5	3/5	0/5	0/5
Sabana y bosque	Alouatta	4/19	1/17	1/5	0/5	0/5	0/8	3/5	0/5	0/5
	Cebus	1/4	0/4	2/4	0/2	0/2	0/2	1/2	0/2	1/2[d]
	Total	5/23	1/21	3/9	0/7	0/7	0/10	4/7	0/7	1/7
Gran Total		11/42	1/35	3/15	1/12	0/12	0/15	7/12	0/12	1/12

[a] Nº positivo /Nº examinados.
[b] Pruebas hechas en Trinidad Regional Virus Laboratory.
[c] Sueros: Los sueros se probaron con antígenos de VEE, EEE, WEE y Mayaro.
[d] Los títulos de estos sueros fueron así: Suero 38491, 3 con Mayaro y VEE; 2 con EEE y 1 con WEE. Suero 38493, 3 con VEE, EEE y Mayaro; y 1 con WEE.

CUADRO Nº 29

Indices de neutralización (log.) de sueros inmunes anti-Mayaro y anti-43332 probados, tanto sin diluír como diluídos al 1/200, con virus Mayaro y con virus 43332[a].

Sueros sin diluír	Virus Mayaro	Virus 43332
Suero anti-Mayaro	⩾ 6.9	⩾ 4.0
Suero anti-43332	3.3	⩾ 4.2

Sueros diluídos de 1:200[b]	Virus Mayaro	Virus 43332
Suero anti-Mayaro	5.9	1.4
Suero anti-43332	0.8	3.6

[a] Este virus inicialmente se identificó como una cepa de Mayaro con base en la prueba de neutralización con sueros inmunes sin diluír (parte superior del Cuadro). Más tarde se notaron diferencias marcadas entre uno y otro, al hacerse las pruebas de neutralización con suero diluído al 1:200. Previamente el Dr. Max Theiler, en pruebas HI probó que el virus 43332 era una cepa de Una.

[b] Diluciones hechas con suero normal. Los mismos sueros se probaron en ambos experimentos.

CUADRO Nº 30

Resultado de pruebas NT con 6 virus en residentes de 4 lugares o "fracciones" de la zona del valle en las áreas rurales de los municipios de Barrancabermeja y San Vicente de Chucurí. (A estos sueros nos referimos en el texto como "sueros rurales de Barrancabermeja" obtenidos de personas sangradas en 1960).

Localidad[a]	Guaroa R+	Guaroa %xx	Mayaro R	Mayaro %	Bussuquara R	Bussuquara %	Ilheus R	Ilheus %	St. Louis R	St. Louis %	Dengue 2 R	Dengue 2 %
Peroles[b]	23/70	77	14/29	48	15/29	52	7/30	23	4/30	13	1/29	3
Tempestuosa[c] y Llana Fría	10/38	26	11/37	30	5/37	14	3/38	8	3/38	5	3/38	8
Taguales y[c] Llana Caliente	9/23	39	4/25	16	6/27	22	3/26	12	0/26	0	0/24	0
Yarima y[d] Clavellina	31/63	49	9/64	14	12/75	16	6/64	9	3/64	5	3/64	5

[a] En las 4 localidades la composición de los grupos estudiados según la edad y el sexo es similar. Por lo tanto los resultados son enteramente comparables.
Las cuatro localidades consideradas se encuentran todas dentro de un área aproximada de 200 kilómetros cuadrados.
En la figura Nº 2 se indican los lugares de Peroles donde se hicieron los aislamientos de virus.
Las tres localidades restantes se encuentran localizadas a una distancia no mayor de 20 kilómetros del sitio de Peroles, en línea recta.

[b] En Peroles se han aislado los siguientes virus: VEE, UNA, BUSSUQUARA, WYEOMYIA, ILHEUS. También se ha comprobado allí la existencia de fiebre amarilla. En este lugar se incluyen también sueros de "La Vizcaína", región contigua a Peroles.

[c] En estos lugares no se han hecho intentos de aislamiento de virus.

[d] En estos lugares se han intentado aislamientos de virus a partir de mosquitos, con resultados negativos.

+ R = Relación: Nº positivo / Nº examinado. xx % = Porcentaje de casos positivos.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):34-55, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.566

Bartoneliasis. Fiebre Verrucosa del Guáitara

Luis Patiño-Camargo

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1951, 8 (31): 329-343.



Doctor Luis Patiño Camargo (1981-1978). XII Reunión del Consejo Directivo de la OPS, agosto 20, 1960

Nacido en Iza, Boyacá, bachiller del Colegio Mayor del Rosario, donde fue colegial; se graduó en medicina de la Universidad Nacional de Colombia en 1922, con una tesis sobre la etiología del tifo exantemático. Inició su carrera docente en la misma Universidad Nacional en 1932, hasta llegar a profesor titular en la cátedra de Medicina Tropical. En 1937 publicó su célebre trabajo sobre "*La fiebre petequial de Tobía*", primer foco de rickettsiosis en Colombia. Ocupó diferentes cargos entre otros: Director Nacional de Higiene, director del Instituto *Federico Lleras de Investigación Médica* y director del Ministerio de Salud. Fue miembro de la Academia Nacional de Medicina - de la cual fue su presidente en 1945-, miembro de la Academia de Lengua y miembro de número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Luego de una gran trayectoria académica y de servicio público, el doctor Patiño se retiró a su hacienda Gouta (Iza) donde murió.

Información suplementaria disponible en: http://www.accefyn.org.co/sp/academicos/Silla_17_Luis_Patinho_Camargo.htm

El Ministerio de Higiene preocupado por la alarmante presencia de fiebres mortales en el sur del país desde 1936, comisionó en 1939 al doctor Luis Patiño Camargo para investigar dicho brote en el departamento de Nariño. Miles de casos de fiebres con crecimientos verrugosos se presentaron en habitantes de poblados en los valles de los afluentes del rio Patía, como en El Guáitara, lo que condujo la pesquisa a un paciente de Sandoná, en quien el 18 de enero se identificó *Bartonella* en sangre como el posible agente causal. En 1951 el doctor Patiño publicó un artículo de revisión con sus hallazgos y de otros investigadores colombianos sobre los trabajos en bartoneliasis o verruga peruana en Colombia. En el artículo describió desde los antecedentes históricos en los pueblos Incas y la concepción mágico-religiosa de la enfermedad, hasta llegar a la descripción geo-demográfica de las regiones afectadas, y al análisis de su epidemiologia y mortalidad. El doctor Patiño continuó con la descripción de la sintomatología desde su etapa aguda, hemática generalizada o septicemia del mal, hasta el periodo verrucomatoso o fase histiode, en donde señalaba que "*la erupción* (verruga) *es la resultante del esfuerzo del retículo endotelio en encarcelar el virus y destruirlo*"; esta fase mostrada mediante fotos de niños y adultos con lesiones verrugosas. El diagnóstico por laboratorio lo ilustró con imágenes de extendido de sangre con *Bartonella,* y fotos de modelos de inoculación en primates y curíes. En el texto discutió su patogénesis con ejemplos de estudios histológicos de paciente y primates, estos últimos infectados con tejidos verrugosos o con extractos de insectos como *Phlebotomus* y piojos, posibles vectores de la enfermedad. Finalmente, el doctor Patiño, anotó las recomendaciones al Estado para la mejora de las condiciones de vida en la región.

John M. González MD, PhD
Miembro Correspondiente
Con la colaboración del doctor José Félix Patiño Restrepo

BARTONELIASIS

FIEBRE VERRUCOSA DEL GUAITARA (*)

LUIS PATIÑO-CAMARGO
Catedrático de Medicina Tropical de la Universidad Nacional

Sinónimos. — En Colombia al descubrirla dióse le (4) a esta dolencia los siguientes nombres: Bartonellosis, Fiebre verrucosa del Guaitara y Verruga, análoga a la enfermedad de Carrión, Fiebre de Oroya y Verruga Peruana.

Definición. — Es la Bartoneliasis colombiana una enfermedad infecciosa retículo endotelial, específica, determinada por la *Bartonella bacilliformis,* inoculable y transmisible, clínicamente caracterizada por fiebre irregular, dolores reumatoides, anemia pseudo-perniciosa y terminada por erupción verrugosa.

Historia. — La Bartoneliasis humana en Colombia, fue descubierta y diagnosticada clínicamente por Patiño-Camargo (4) el 16 de enero de 1939 en pacientes febricitantes y verrugosos del Hospital de Sandoná y el diagnóstico clínico fue comprobado por hallazgo de la *Bartonella* en la sangre de un febricitante en período inicial, en la tarde del día 18 (**). La enfermedad en forma epidémica con mortalidad elevada, venía siendo motivo de grave preocupación pública desde 1936 y había recibido del pueblo numerosos apelativos: peste, peste negra, bubas, tifo, perniciosa, fiebre de Ancuya. Y los diagnósticos clínicos estaban divididos entre paludismo, tifoidea y leishmaniasis.

Todo lo observado hace pensar que es enfermedad autóctona y que vivió inadvertida de tiempo inmemorial, en los hondos valles del macizo de los Andes, tronco de las cordilleras colombianas, analógicamente a lo observado con el *Sirki quechua* de las sierras peruanas. Cataclismos geológicos y calamidades humanas la despertaron y la sacaron de su retiro para echarla sobre poblaciones no inmunes. La enfermedad fue en sus comienzos sólo de campos y poblaciones nariñenses de clima medio. Posteriormente se ha extendido hacia el norte sobre los municipios limítrofes del Cauca. En Bogotá y Cali han ocurrido defunciones de casos procedentes de Nariño.

Los focos de Bartoneliasis humana en América. En los pueblos del Imperio Inca, sobre las quiebras y valles de la vertiente pacífica de los Andes peruanos, denominábase *Sirki* (5) una enfermedad eruptiva considerada por los naturales como propia de tales tierras. La primera expedición de los conquistadores españoles al mando de Pizarro, fue diezmada en Cuaque, hoy de la provincia de Manabí (Ecuador), el año de 1531, por una mortífera enfermedad febril, con dolores reumatismales y erupciones, designada "La Berruga" por historiadores y cronistas (6).

El antiquísimo memorial Tecpan Atitlan, menciona una dolencia de la región montañosa de Guatemala llamada Tlacaconanoatil por los aborígenes y que verosímilmente es la verruga, si se toma en cuenta que hacia 1522 y 1576 acaecieron entre los invasores castellanos mortíferas epidemias, apellidadas por historiadores y cronistas, "Bubas" (7). Y es noción elemental que la buba, pian o frambuesa, sólo excepcionalmente es causa de muerte.

Comunicaciones oficiales (8-9) posteriores al hallazgo de Nariño, informan de focos de verruga encontrados en Loja, Guayaquil y Zumba (Ecuador). En consecuencia, hay tres focos ciertos de bartoneliasis humana en América: en el Perú, Ecuador y Colombia, extendidos desde 2 grados de latitud norte a 13 grados de latitud austral, un probable foco inadvertido en Guatemala y muchas zonas andinas con ambiente propicio para albergar calladamente la enfermedad.

Nota geográfica. — Hállase el foco colombiano en los Departamentos de Nariño y Cauca cerca a la frontera con el Ecuador, al norte de la línea equinoxial y junto al mar. La primitiva zona epidémica está en el macizo de la Cordillera de los Andes, en medio de los volcanes Azufral, Cumbal, Galeras y Doña Juana, sobre las escarpadas vertientes de los ríos Mayo, Juanacatú, Juanambú, Sapuyes, Pacual y Guáitara, torrentosos afluentes del Patía, tributario del Pacífico. Como punto de referencia, tómase el volcán de Galeras, cercano de

---

(*) Trabajo académico leído en la sesión del 7 de octubre de 1942 en la Academia Nacional de Medicina de México y publicado en la Gaceta Médica de México, D. F. tomo LXXIII, Nº 5, octubre de 1943.

Por ser prácticamente desconocido en Colombia se publica con algunas notas en la Revista, imaginando que los datos que encierra pudieran llegar a ser útiles a investigadores nacionales en estudios futuros.

(**) El orden cronológico del proceso según los archivos del Ministerio de Higiene, es como sigue: Enero 16 de 1939: el autor en comisión del Ministerio de Higiene hace el diagnóstico de Bartoneliasis humana en pacientes febricitantes y verrucomatosos del hospital de Sandoná, presentados por el doctor Raúl Jaramillo. Enero 17: Búsqueda infructuosa de **Bartonellas** en los mismos pacientes. Enero 18: Hallazgo de **Bartonellas** abundantes en la sangre de M. T. A., enfermo que traen ese día al hospital al comienzo de la fiebre. Enero 19 y 20: Viajes a Ancuya y Consacá para verificar contrapruebas y comprobaciones en otros pacientes y comunicaciones telegráficas reservadas al Ministerio de Higiene. Enero 21: Informe verbal a los doctores Carlos Vela, Secretario de Higiene de Nariño; Raúl Jaramillo, Médico de Sandoná; Manuel Garzón, de Ancuya; Marcial Portilla, de Samaniego y Hernando Groot y ante los revisores de Sanidad señores Burbano y Rodríguez, del diagnóstico clínico y microscópico, en el hospital de Sandoná. Comunicaciones telegráficas a la Facultad de Medicina, Academia y Ministerio de Higiene. Enero 22: Comunicación verbal y discusión del diagnóstico con el Colegio Médico de Pasto, en sesión presidida por el doctor Julio Moncayo Candia.

la ciudad de Pasto. La mole del volcán, de 4.600 metros de altura, hállase aproximadamente a 1° 13′ 16″ de latitud norte, y 3° 12′ 11″ W. con relación a Bogotá. 77° 17′ 03″ al Oeste de Greenwich.

Por estar allí la raíz de las tres cordilleras colombianas la topografía es de una terrible y excepcional grandiosidad. Los ríos, ordinariamente sin playas, corren en hondísimos cañones aprisionados por murallas en ángulo agudo, cuyos lados se abren y elevan desde alturas de 800 metros hasta el nivel de las nieves perpetuas. La tierra es extraordinariamente fértil. La capa vegetal aún en los sitios escarpados es de metros de espesor. Los cultivos de todos los climas colombianos prosperan con feracidad incomparable. Casi toda la tierra accesible está cultivada.

El régimen de lluvias en Nariño es en general abundante. En Pasto caen anualmente 686 milímetros de agua, en 93 días de lluvias y la humedad relativa es de 75%, pero en clima templado 1.000 a 2.000 metros de elevación y 17°C. a 22° de temperatura, que es precisamente la comarca azotada, la lluvia es muchísimo mayor, llegando hasta 3 metros anuales en más de 200 días de lluvia. De Potosí en Nariño, a 0° 48′ 45″ de latitud, que es el pueblo más austral de los atacados, hasta el Bordo en el Cauca a 2° 06′ 52″ de latitud norte, la Verruga afecta una extensa zona de territorio poblado por cerca de 200.000 habitantes. Según las estadísticas de la Oficina Demográfica Nacional, han muerto por Bartoneliasis 1.937 personas durante 1939 y 1940 en 35 municipios, conforme el cuadro Nº 1.

En 1941, según estadística de la Contraloría Nacional, hubo 92 defunciones por Bartoneliasis con certificado médico, en 7 municipios y 554 designadas como Bartoneliasis, Epidemia, Peste, sin certificado médico, en 34 municipios de Nariño.

Nota demográfica. — En general, el habitante rural de esta comarca es como la mayoría del colombiano, mestizo-blanco injerto de español sobre el tronco de las viejas razas aborígenes. Pero tiene características singularmente valiosas de cultura, sobriedad y resistencia para el trabajo. El labrantío de las tierras y la manufactura de sombreros jipas o panamás, es la ocupación ordinaria de las gentes. A pesar de las cualidades ubérrimas de la tierra y laboriosidad del pueblo, se vive, singularmente en los campos, en pésimas condiciones sanitarias y el hombre se viste y se alimenta deficientemente. Los ectoparásitos son abundantes. Los salarios registran el nivel más bajo del país y el consumo de alcohol el más alto.

Origen de la epidemia. — Parece haber comenzado la epidemia en los hondos cañones del noroeste y suroeste del volcán Doña Juana, en vertientes del río Mayo y del Juanacatú, y en los tributarios del Sapuyes en el Valle de Capulí.

Los vecinos raizales la achacan a los terremotos, a erupciones del volcán Doña Juana, a deslizamientos de La Chorrera y a grandes avenidas del río Sapuyes, cataclismos acaecidos en 1935 y 1936.

CUADRO Nº 1

Mortalidad por BARTONELIASIS en municipios del Departamento de Nariño en los años 1939 y 1940.

Datos de la Oficina Demográfica Nacional.

MUNICIPIOS	1939	1940	TOTALES
Pasto	1	2	3
Ancuya	17	3	20
Arboleda	1	5	6
Albán	—	9	9
Colón	11	5	16
Consacá	249	1	250
Cumbal	1	—	1
Córdoba	67	—	67
Cuaspud	3	—	3
El Rosario	10	—	10
El Tablón	1	—	1
El Tambo	—	8	8
Funes	27	—	27
Cuaitarilla	80	—	80
Iles	15	—	15
Imues	23	—	23
La Cruz	3	—	3
La Florida	4	—	4
La Unión	131	38	169
Linares	49	141	190
Los Andes	5	—	5
Ospina	5	—	5
Potosí	2	—	2
Pupiales	3	—	3
Roberto Payán	—	9	9
Samaniego	490	88	578
Sandoná	149	87	236
San Pablo	20	87	107
Santacruz	27	—	27
Sapuyes	1	—	1
San Lorenzo	—	6	6
Taminango	10	—	10
Tangua	14	—	14
Túquerres	26	—	26
Yacuanquer	3	—	3
TOTALES	1.448	489	1.937

Morbilidad y mortalidad. — Desde su comienzo, ha tenido carácter invasor con inusitada virulencia y elevada mortalidad. En Capulí hay viviendas donde murieron todos los habitantes. Pueblos con promedio de 8 defunciones mensuales han registrado 64 muertos en un mes. La mayor morbilidad es en labriegos adultos, pero no respeta sexo, edad ni condición. Es rural pero invade la zona urbana. Datos muy aproximados indican que sólo en 1938, de enero a septiembre, murieron por la enfermedad 1.800 personas. Y en total, pueden calcularse las víctimas en más de 6.000. El cuadro número 2 muestra cómo en 1938 murieron v. g. en Ancuya 446 personas, para una población de 6.846, es decir, más de 6½% de los habitantes del municipio.

CUADRO Nº 2

Datos de la Oficina Demográfica Nacional.

MUNICIPIOS	Censo de población 1938	Altura sobre el nivel del mar. Mts.	Temperatura grados centígrados	Defunciones 1938	Coeficiente mortalidad 1938 %
Pasto	49.644	2.534	16	1.121	22,6
Albán	8.415	1.800	19	255	30,3
Aldana	2.710	2.980	12	59	21,8
Ancuya	6.844	1.302	22	446	65,1
Arboleda	8.444	2.170	17	204	24,3
Barbacoas	17.575	28	27	186	10,7
Buesaco	9.346	1.935	19	225	12,8
Colón	6.859	1.914	19	264	38,4
Consacá	5.667	1.615	21	370	65,4
Contadero	4.145	2.530	16	64	15,4
Córdoba	7.543	2.867	13	163	21,4
Cuaspud	4.038	3.050	11	84	20,8
Cumbal	10.418	3.032	11	198	19,0
El Rosario	8.143	500	24	80	9,7
El Tablón	4.896	1.619	21	185	36,8
El Tambo	12.872	2.193	17	180	14,0
Funes	6.988	2.340	16	204	29,2
Guachucal	7.708	3.116	11	162	21,0
Gualmatán	3.124	2.830	13	53	16,9
Guaitarilla	9.050	2.600	15	360	39,7
Iles	3.666	2.930	12	141	38,4
Imues	4.411	2.620	15	183	41,3
Ipiales	24.534	2.890	13	396	16,1
Iscuandé	12.478	5	27	157	12,4
La Cruz	14.495	2.484	15	249	17,4
La Florida	6.991	2.175	17	100	14,2
La Unión	14.018	1.690	20	408	29,1
Linares	7.986	1.200	22	132	16,5
Los Andes	11.469	1.588	21	101	8,8
Mallama	3.652	1.850	19	64	18,9
Mosquera	4.957	20	27	63	12,6
Ospina	3.640	3.000	12	128	35,2
Potosí	7.144	2.779	13	117	16,3
Puerres	5.466	2.840	13	147	26,5
Pupiales	8.643	3.050	12	150	17,3
Ricaurte	4.539	1.240	22	59	13,0
Roberto Payán (Magüí)	6.179	28	27	98	15,6
Samaniego	13.177	1.510	21	273	21,2
Sandoná	12.513	1.800	20	380	30,9
San Lorenzo	8.845	2.030	17	82	9,2
San Pablo	6.435	1.720	20	164	25,5
Santa Cruz	5.426	2.606	15	62	11,8
Sapuyes	4.029	3.027	12	84	20,8
Taminango	5.645	934	23	98	17,5
Tangua	6.714	2.420	16	170	25,3
Tumaco	35.082	5	27	477	3,5
Túquerres	20.235	3.104	11	433	21,2
Yacuanquer	5.010	2.710	14	152	30,3
TOTALES.....	465.868			9.986	21,4

Otálora copiló datos estadísticos todavía más tétricos (10) y finalmente comparando en tres de los municipios afectados los datos de población, natalidad y mortalidad, se puede formar el cuadro Nº 3 que señala con números la gravedad del problema.

CUADRO Nº 3

Mortalidad y natalidad comparativas.

MUNICIPIOS	Número de habitantes	Natalidad	Mortalidad	Coeficiente de mortalidad por mil.
Ancuya ...	6.844	233	446	65,1
Consacá ...	5.667	162	370	65,4
Sandoná ..	12.513	488	380	30,9

Sintomatología. — Hago una breve síntesis de lo observado personalmente, de informaciones verbales y publicaciones recientes (11-12-13). Síntomas dominantes en el período de invasión, etapa aguda, *hemática* generalizada o *septicémica* del mal: algias intensas, cefalalgia, raquialgia, artralgias, etc., anemia, adinamia, taquicardia, disnea, angustia precordial, anorexia, sed, fiebre irregular, remitente, ordinariamente baja, hipotensión y adenitis. Síntomas frecuentes: hiperestesia, sudores, epistaxis y otras hemorragias; erupción con puntilleo hemorrágico, petequias, máculas, constipación y albuminuria. Síntomas menos frecuentes: tos, vómitos, fenómenos oculares, sordera y estupor. A veces hay diarrea, meteorismo, sensibilidad abdominal y subictericia. La lengua irregularmente saburrosa, de bordes rojos, suele tener puntilleo y manchas oscuras (11) casi negras. De ordinario la muerte es precedida por delirio. Ortega (14) relata casos con sintomatología cerebro-espinal y Groot (15) insiste sobre la adenitis.

Resumiendo: algias, anemia, adenitis y fiebre irregular y anárquica, son los síntomas característicos de este período.

Ilustro este artículo con una historia calificada como la historia clínica más heroica de todos los tiempos, escrita hace 56 años de puño y letra de Daniel A. Carrión mientras tuvo fuerzas, o dictada a sus compañeros (16-5) hasta que se apagó su voz:

"Agosto 27 de 1885. A las 10 a. m. obtuve con gran dificultad que el doctor Evaristo M. Chávez ante el doctor Villar, el interno Julián Arce y el externo Sebastián Rodríguez me practicaran cuatro inoculaciones, dos en cada brazo, cerca del sitio en que se hace la vacunación, con sangre inmediatamente extraída por desgarradura de un tumor verrucoso de color rojo situado en la región superciliar derecha de Carmen Paredes, de 14 años, cama Nº 5, Sala Nuestra Señora de las Mercedes, servicio del Profesor Villar, Hospital Dos de Mayo de Lima. La molestia local consecutiva a la inoculación desaparece a las dos horas siguientes". Hasta 16 de septiembre, todo normal.

"Septiembre 17. Ligero malestar y dolor en la articulación tibio tarsiana izquierda: *Queda fijado el período de incubación: 21 días.*

"Septiembre 19. El malestar se acentúa. Calofríos. Fiebre elevada 39.8°C. Dolores generalizados. Gran postración. Tinte ictérico. Escasas petequias en la cara, alas de la nariz y frente. Calambres. Sudores. Insomnio.

"Septiembre 20-25. Todos los síntomas se agravan y la adinamia se acentúa.

"Septiembre 26. Noveno día de enfermedad. Subfebril. A partir de hoy me observarán mis compañeros, pues, por mi parte, confieso me sería muy difícil hacerlo".

Los compañeros anotan ese día: palidez considerable de piel y mucosas. Sentimiento de debilidad general. Quebrantamiento. Inapetencia. Facultades intelectuales en perfecto estado. Pulso blando y frecuente (100 p.). Respiración normal. Soplo suave y ligero en la base del corazón en el primer tiempo.

"Septiembre 27, 10º día de enfermedad. Continúan acentuándose los síntomas de los días anteriores, a excepción de los dolores y calambres. Las manchitas de la cara van desapareciendo. Piel subictérica y aspecto terroso. Agitación e intranquilidad. La luz y el sonido le molestan. El doctor Ricardo Flórez examina la sangre y encuentra apenas 1.085.000 glóbulos rojos. (Fue el primer recuento globular hecho en el Perú).

"Octubre 1º. Náuseas. Vértigos.

"Octubre 2, 15º día de enfermedad. Rostro desencajado. Ojos hundidos rodeados de un círculo negruzco. Mejillas y sienes deprimidas. Nariz afilada. Pabellones auriculares casi transparentes. Mirada sombría y velada. Voz apagada. Momentáneamente se reanima y dicta: "Me encuentro firmemente persuadido de que estoy atacado de la fiebre de la Oroya de que murió nuestro amigo Orihuela: *he aquí la prueba palpable de que la fiebre de la Oroya y la Verruga reconocen el mismo origen, como le oí decir al doctor Alarco".*

"Octubre 3. El estado del enfermo es desesperado. Alucinaciones táctiles.

"Octubre 4, 16º día de enfermedad. En estado gravísimo se traslada el enfermo a la casa de salud con propósito de practicarle una trasfusión de sangre. Al sacarlo de su cuarto de estudiante le dice a Izaguirre un muchacho de primer año de la escuela: "Ahora les toca a ustedes terminar la obra ya comenzada, siguiendo el camino que les he trazado". Luego cae en postración con delirio musitante en que se percibe que divaga sobre la histología de la verruga.

"Octubre 5, 17º día. Carrión está moribundo. Hipotermia. Coma. A ratos emite leves quejidos y palabras incomprensibles. Hacia la alta noche, con grande esfuerzo mira a sus compañeros que solícitamente circundan su lecho, y dice: "Enrique, esto se acabó". La última expiración fue breve y profunda. A las 11 y 50 minutos de la noche Carrión estaba muerto".

Esta historia enseña que el período de incubación de la Bartoneliasis experimental, es de 21 días. Que las algias son síntomas característicos. La fiebre inicialmente elevada, pero la muerte ocurre en hipotermia. La anemia es intensa y determina por la progresiva destrucción de glóbulos, tinte subictérico y fenómenos de angustia. Se aprecia por las petequias la lucha del organismo por localizar el virus en el sistema retículo endotelial, esfuerzo que al vencer, determina la erupción de Verrugas, triunfo de las defensas orgánicas. Se ve cómo la Verruga es inoculable al hombre y que si se inyecta sangre de verrucoma, se produce la fiebre anemizante mortal cuando las condiciones fisiológicas del paciente son propicias. Y se aprende que la fiebre y la Verruga tienen igual causa y apenas son dos fases de un mismo proceso.

Período verrucomatoso o fase histioide. — El período febril pre-eruptivo puede durar desde unos pocos días hasta varios meses y la erupción no presentarse o ser tan discreta que no se advierta. La observación de los pacientes colombianos coincide casi en todo con las descripciones de los clásicos peruanos, como Odrizola, Monge, Escomel, Weiss, Rebagliati.

Trataré de hacer un fiel sumario: La erupción ordinariamente estalla días, semanas o meses después de la fiebre, al iniciarse la mejoría o más raramente durante la fase aguda. Aparece en la piel y el tejido celular subcutáneo, pero también y más raramente en las mucosas, serosas, periostio, aponeurosis, músculos u órganos internos y en general en todo tejido derivado del mesenquima. Ya se dijo que la erupción es la resultante del esfuerzo del retículo endotelio por encarcelar el virus y destruírlo. La localización, la intensidad, el número de elementos, su forma, color, aspecto y duración, son de indefinida variabilidad. En la piel iníciase principalmente en las partes descubiertas por manchitas petequiales o pequeñas pápulas blanquecinas que al desarrollarse determinan tres tipos genéricos de verrugas: *miliares* hasta de 3 milímetros de diámetro; *nodulares* hasta de 3 centímetros y *tumorales* (*mulares* porque en el Perú hay en los mulos una lesión semejante), verdaderos tumores, tamaños como limones y naranjas, hasta de 10 centímetros de diámetro. Desarrolladas las verrugas, pueden ser solitarias o confluentes. Sésiles, pero también pediculadas a tal punto que en Nariño los campesinos las estrangulan con hilos o con cabellos para que se caigan. Su color es una gama del rojo. Su constitución angiomatosa inicial, las hace fácilmente sangrables. Casi siempre aparecen por etapas sucesivas. No hay inflamación circundante en su proceso normal. No hay síntomas generales. Se marchitan y desaparecen en semanas o meses y si no han sido *tratadas* pasan sin dejar huella ni señal.

Los nódulos que se desarrollan en el tejido celular subcutáneo, se aprecian mejor al tacto, redondos, limitados e indoloros, cuando no están sobre zonas sensibles. Al crecer y desarrollarse empujan, adelgazan y mortifican los tejidos y afloran. Muy desarrollados y frecuentemente ulcerados, toman aspecto de tumores. Un individuo puede exhibir una verruga solitaria o llevar encima 2.500 como un caso relatado por Benavides en su tesis de grado (17).

La localización exterior o la rara pero posible en los órganos interiores de la erupción verrucomatosa, determinará como es obvio, multiplicidad de síntomas: musculares, articulares, meningoencefálicos, urogenitales, respiratorios, gastro-intestinales, etc.

Hasta ahora no se ha comunicado en Colombia ninguna defunción por Bartoneliasis en el período verrucomatoso.

Asociaciones. — La mortalidad de la *fiebre verrucosa del Guáitara* ha sido determinada según mi personal observación, por la *Bartonella bacilliformis*. Confirma esta afirmación la experiencia de Groot y compañeros de Pasto (15), quienes estudiaron 53 pacientes, 41 con Bartonellas al examen directo de sangre, 20 de los cuales fallecieron. Todos los hemocultivos en múltiples medios, repetidos hasta en período preagónico, resultaron negativos para bacterias y sólo una vez lograron cultivar un germen *Alcaligenes*.

Por tanto este punto está en desacuerdo con expositores del Perú, como Ribeyro (18) y otros quienes estiman que se necesita la presencia de un paratífico para que fallezca un bartonélico. Pero allí también Odriozola (19) y Rebagliati (5) afirman la especificidad de la Bartonella, suficiente para determinar la muerte.

Las protozoasis y helmintiasis intestinales, son entidades endémicas que parasitan a la gran mayoría de los moradores de la comarca azotada en Colombia por la Bartoneliasis, y el paludismo en algunos valles es muy grave. Jaramillo (11) relata casos de asociación de Plasmodios y Bartonellas, en la sangre del mismo paciente. Es predominante allá también la tifoidea, las espiroquetiasis y el tifo. Podrán por tanto algunas veces coexistir estas dolencias.

Causas predisponentes. — Estimo que el pobre y bajo nivel de vida del campesino, por alimentación insuficiente y mal balanceada, vestido incompleto y pocas veces cambiado y vivienda impropia, son causas que predisponen a la Bartoneliasis. Todo esto se agravó en Nariño por catástrofes regionales y cataclismos geológicos que determinaron mayor miseria y crearon además ambiente de zozobra y de ansiedad espiritual, precisamente antes del estallido epidémico.

A aquí deseo afirmar públicamente que la bancarrota de la industria casera del sombrero jipa, es una de las causas eficientes de la miseria del campesino nariñense y que es imperativo nacional reestablecer dicha industria y hacer que vuelva a florecer.

Agente etiológico. — Es una Bartonella multiforme y de agrupación varia que parasita los eritrocitos de los febricitantes en período inicial y en ocasiones tan densamente, que más del 90% de los glóbulos rojos están invadidos hasta por 15 y 20 elementos. Fácilmente hállasele al comienzo de la enfermedad, tiñendo las preparaciones de sangre por los métodos de Romanowski. Luego se hace cada vez más rara, hasta desaparecer. En casos de anemia y fiebre prolongada, para revelar la Bartonella es preciso hacer hemocultivos. En período histíoide o verrucoso, es difícil hallar Bartonellas en la sangre. Pero las biopsias de verrugas muestran la forma granulosa del parásito en el citoplasma de células endoteliales, con impresionante semejanza a las Rickettsias. Es germen cultivable, Es inoculable a ciertos animales de laboratorio.

Se ha aceptado que la *Bartonella* productora de la epidemia del Sur de Colombia, es la misma *Bartonella bacilliformis.* Rebagliati (5) la define descriptivamene, en la forma siguiente: el agente específico de la enfermedad de Carrión es un microorganismo descubierto por Alberto Barton en 1905, en enfermos de fiebre o anemia grave; encontrado por Gastiaburu y Rebagliati en 1909 en enfermos de verruga eruptiva; clasificado por Strong, Tyzzer, Brues, Sellards y Gastiaburu en 1913, bajo la denominación de *Bartonella bacilliformis* y cultivado por Herselles en 1927.

Cultivos. — Hasta ahora el medio de elección ha sido el de Noguchi. Los hemocultivos son fáciles porque las Bartonellas viven meses en los tubos de sangre citratada, pero los cultivos son flacos y fácilmente se empobrecen con los pases. Samper y Montoya (20), modificando el medio, lograron mejores resultados. El laboratorio de Pasto trabaja sobre el mismo tema. Pero al parecer el procedimiento lógico es la siembra en huevos fértiles.

Inoculación de animales. — El resultado de mi experiencia personal es como sigue: con monos *Macacus rhesus* inoculados intradérmicamente o por escarificación con cultivos, se obtienen después de 10 a 30 días, verrugas semejantes a las humanas, en la mayoría de los casos; con sangre y triturado de verrugas humanas, el resultado es incierto; con sangre humana muy parasitada, inoculada en las venas, ningún resultado. Un mono *rhesus,* inoculado con *Phlebotomus* capturados por Osorno en La Unión, junto a una vivienda rural donde murieron personas por Bartoneliasis y había varios niños con verrugas, dio resultado negativo. Tiempo después, inoculado el mismo mono con cultivo, presentó un brote de verrugas. Un mono *rhesus* inoculado con triturado de piojos de febricitantes y verrucomatosos de Nariño, dio resultado negativo: inoculado más tarde con cultivo de *Bartonella bacilliformis,* mostró verrugas clínica e histológicamente semejantes a las humanas. En los varios monos verrucomatosos cuya sangre se examinó por mucho tiempo diariamente, no se vieron Bartonellas. Un ejemplar de *Cebus fatuellus* inoculado con cultivo, presentó verrugas. Con curíes normales o explenectomizados, obtuve orquiepididimitis (fenómeno de Mooser), inoculando cultivos peritonealmente y gruesas verrugas, inoculando triturado de verruga de un mono, como puede verse en las fotografías, pero los resultados son inciertos e inconstantes. Chacures, conejos, ratas, ratones y gallinas, no dieron resultado. Las tentativas en animales se resumen en el Cuadro Nº 4.

Samper y Montoya (20) operando con materiales colectados en La Unión, por la comisión que presidió el Profesor Brumpt, dicen: "Las inoculaciones de Bartonella bacilliformis a los monos no inmunes *Macacus rhesus* y *Cebus apella,* han dado pruebas de infección en un 100% de los casos". "El perro ordinario llamado gozque, se ha mostrado bastante susceptible; muchos desarrollaron verrugas y aún algunos murieron a consecuencia de la enfermedad". Conejos, curíes, ratas, ratones blancos, y chacures, dieron resultados negativos.

Groot y compañeros (15-15 a) de Pasto, obtuvieron en dos monos *rhesus* infectados en las cejas y abdomenn con sangre de febricitantes, rica en bartonellas, lesiones a los 30 y 33 días, con caracteres clínicos e histológicos de verruga. En curíes vieron el fenómeno de Mooser, pero muy inconstante, inoculando peritonealmente sangre. Y resultados negativos con monos nativos y con pollos, inoculando sangre, medula esternal y triturado de verrugas. Iguales resultados negativos obtuvieron inoculando *Cebus olivaceus* y perros con triturado de *Phlebotomus.*

Transmisores. — En Colombia es esto un interrogante. En 1939 Patiño, en sus primeras comunicaciones, sindicó a los piojos *(Pediculus humanus)* entre los posibles vectores de la Bartoneliasis o Fiebre verrucosa del Guáitara y anotó, que como en las Rickettsiasis, los vectores podrían ser múltiples. Pero hasta ahora nada se ha definido. En junio de 1939 en La Unión, se inoculó un mono *rhesus* con triturado de numerosos *Phlebotomus* capturados alrededor de una casa rural de bartonélicos, con resultado negativo. Otro mono *rhesus* inoculado con piojos de pacientes febricitantes y verrucomatosos de Nariño, dio resultado negativo: reinoculados meses después con cultivo de *Bartonella* presentaron verrugas. Groot, Mayoral y Martínez (15) de Pasto, inocularon por todas las vías monos *Cebus* y perrillos con triturado de *Phlebotomus,* con resultado negativo y estudiaron microscópicamente 50 *Phlebotomus* con igual resultado negativo.

De manera que en este capítulo, no habiendo en Colombia nada definido, se debe recurrir a lo estudiado en el Perú. En 1889 Arce (21), compañero de Carrión, sentó la hipótesis de que la verruga podría ser transmitida por un insecto picador. En 1913 el entomólogo norteamericano al servicio del estado peruano, Ch. Townsend, consideró a priori (22) las *titiras* de las quebradas andinas *(Phlebo-*

CUADRO Nº 4

Resumen de experimentos con animales en busca de susceptibilidad para la Bartoneliasis humana.

Con **Macacus rhesus**			RESULTADO DEL EXPERIMENTO	
MATERIAL DE INOCULACION	No. **rhesus** usados	Vía de inoculación	Positivo	Negativo
Phlebotomus triturados	1	Intradérmica	.....	Negativo (1)
Piojos *(Pediculus humanus)* triturados	1	"	.....	Negativo (2)
Triturado de verruga humana	4	Intradérmica y subcutánea	.....	Negativos
Sangre humana con *bartonellas*	1	Intravenosa, intrad. y subc.	.....	Negativo
Triturado de verrugas experimentales de mono	2	Intradérmica y subcutánea	1 por erupción de verrugas	1 Negativo
Cultivo de *Bartonella* en medio de Noguchi	9	Intradérmica y subcutánea	6 por erupción de verrugas	3 Negativos
TOTALES.....	18		7	11

(1) Probado con verrugas meses después, dio resultado positivo por erupción de verrugas.
(2) Probado un año después con cultivo de **Bartonella** presentó erupción de verrugas. Síntesis: Se usaron 18 **Macacus rhesus** en 20 experimentos. Dos fueron probados dos veces. Dieron reacción positiva por erupción de verrugas clínica e histológicamente semejantes a las humanas 7; 6 de 9 inoculados con cultivo y 1 de 6 inoculados con verrugas.

Con monos nativos **Cebus fatuellus**			RESULTADO DEL EXPERIMENTO	
MATERIAL DE INOCULACION	No. monos usados	Vía de inoculación	Positivo	Negativo
Cultivo de *Bartonella*	1	Intradérmica	1 verruga	
TOTAL.....	1		1	

Con CURIES normales y esplenectomizados (3)			RESULTADO DEL EXPERIMENTO	
MATERIAL DE INOCULACION	No. curíes usados	Vía de inoculación	Positivo	Negativo
Triturado de verrugas	20 normals.	Intrad. subc.	2 por aparición orquitis	18
Sangre humana con *bartonellas*	16 "	" "	2. Uno por orquitis y 1 por verr. efímeras	14
Sangre de mono verrucomatoso	1 "	" "	1 orquitis	
Cultivos de *Bartonella*	12 "	" "	2 orquitis	10
Emulsión de órganos	12 "	" "	.....	12
Triturado de piojos	5 "	" "	.....	5
Triturado de verrugas	3 esplenect.	" "	3. Uno orq. y 2 verrugas	
TOTALES.....	69		10	59

(3) Dos curíes fueron picados por **Ornithodoros rudis** alimentados sobre un **Macacus rhesus verrucomatoso.** Resultado: negativo. Síntesis: Se usaron 69 curíes, 3 de ellos esplenectomizados. Dieron resultado positivo por aparición de verrugas 3; por aparición de orquitis 7; total, 10 positivos y 59 negativos.

Con CONEJOS normales			RESULTADO DEL EXPERIMENTO	
MATERIAL DE INOCULACION	No. conejos usados	Vía de inoculación	Positivo	Negativo
Triturado de verrugas	2	Intradérmica	.....	Negativos
Sangre	1	Intrad. e intravenosa	.....	Negativo
Cultivos de *Bartonella*	5	Intrad. e intratesticular	1 orquitis	4 negativos
Emulsión de órganos	1	Intrad. subc.	.....	Negativo
TOTALES.....	9		1	8

Con ratas, ratones, chacures *(Dassyprocta)* los resultados fueron permanentemente negativos.

tomus) como agentes vectores del virus verrucoso, y dio a la especie el nombre de *Phlebotomus verrucarum.* Los estudios de Telémaco Battistini (23) y de Noguchi, Shannon, Tilden y Tyler (24), demostraron la tranmisión de la enfermedad por picadura a monos, y Battistini aisló *Bartonellas* del insecto. Posteriormente Herting informó hallar organismos bartoneliformes en cortes de *Phlebotomus.*

Noguchi y compañeros (24) publicaron que la garrapata del ganado mayor *Dermacentor andersoni* transmite la Bartoneliasis a los monos. Este hecho reviste para Colombia elevada importancia.

Phlebotomus de Colombia y Perú (*). — *Panamensis, squamiventris, longipalpis, evansi, osornoi, colombianus* y *monticolus incarum,* son las siete especies catalogadas (25) en Colombia. Las dos primeras se hallaron en Restrepo, Intendencia del Meta; las tres últimas en Nariño. Las especies peruanas son tres: *verrocarum, noguchii* y *peruensis.* Es interesante notar que son distintas en los dos países.

NOTA.—Recientemente L. E. Rozeboom dice no encontrar diferencias entre *colombianus* e *incarum* y estima que se trata de *Ph. verrucarum* (The identity of the *Phlebotomus* associated with Bartonellosis in Colombia. Ann. Ent. Soc. of America. 1947. Vol. 40. Nº 4.—Resumen de Trop. Dis. Bull. London. 1951).

Reservorios del virus. — Es otro capítulo abierto en Colombia a los investigadores. Es noción clásica que el hombre infectado de las zonas verrucosas, es reservorio de virus, ya en el estado de enfermedad o como portador crónico inaparente. Pero esto no alcanza a explicar la endemicidad. Antes que el hombre apareció en la tierra el animal, (1) y antes la planta. Y por analogía con Rickettsiasis y otros virus que tienen reservorios animales, es preciso seguir buscando. También desde su primer informe (4) dijo el autor: "Sugiero la sospecha de ser el curí reservorio de virus y aconsejo una investigación severa sobre el particular. Recomiendo igualmente investigaciones en pinglios y demás plantas lactescentes". En Nariño el curí es animal familiar, y los pinglios, *Euphorbia cotinifolia* y *E. latazi,* forman el seto vivo que separa la propiedad en algunas zonas divididas en mínimas parcelas.

Revisando literatura de pesquizas sobre reservorios, se puede destacar lo siguiente: Townsend habló de los lagartos, *Tropidurus peruvianus.* Pedro Weiss (26) halló cuerpos bartoneliformes en eritrocitos de lagartijas *Lacertilla sp.* de regiones endémicas. Escomel aboga (27) porque se investigue en ratas (**) y otros roedores rurales. David Weinman y H. Pinkerton de Harvard, encontraron en el pueblo peruano de San Bartolomé, donde la verruga es endémica, curíes normales portadores de Bartonellas (28).

Maldonado (29) señaló la posibilidad de que plantas euforbíaceas como huanarpos, pringamoza y otras, características de las quebradas verrrucógenas y utógenas, tuviesen papel como reservorios de virus. Weiss (30) halló organismos bartoneliformes en el látex del huanarpo y Mackehenie y Coronado (31) cultivaron gérmenes bartonélicos de leche de euforbíaceas *Jatropha macranta* y *J. baciacanta,* inocularon esos cultivos y obtuvieron verrugas en gallinas, orquiepididimitis en curíes e iridociclitis en conejos.

Patogenia. — El autor al comunicar el hallazgo de la Bartoneliasis de Nariño dijo en su informe inicial (4) que era una enfermedad infecciosa caracterizada en su período de invasión o etapa septicémica, por fiebre irregular, algias y anemia preponderante, que evolucionaba en días, semanas o meses, hacia una erupción verrucosa. La anemia es pues lo dominante en el período inicial y la verruga en el final. Este final se caracteriza por casi ausencia de síntomas generales y las verrugas desaparecen sin dejar huellas ni cicatrices.

Explicar la génesis de esta anemia gravísima y mortal y el mecanismo de la erupción verrucomatosa bajo la acción de la Bartonella, es mi propósito en este párrafo. Pero como está aceptada la identidad entre la Fiebre Verrucosa del Guáitara y la Enfermedad de Carrión, prefiero resumir y adaptar el inteligente capítulo patogénico de Rebagliati, formulando apenas algunos comentarios: "Inoculada por el vector, la Bartonella puede ser destruída por acción local o bien invadir el organismo por vía linfática y ganar la circulación general. En la sangre el germen parasita los eritrocitos reproduciéndose con mayor o menor actividad. El período de incubación difícil de establecer en general, ha sido de 21 días para los casos experimentales. Desde el momento en que la Bartonella llega al plasma sanguíneo queda constituída la *fase hemática* de Weiss, (es decir, la etapa septicémica de la Fiebre verrucosa del Guáitara) revelada sobre todo por la anemia. Esta fase es muy variable en intensidad y duración, según los individuos, dependiente del estado constitucional, en especial del *momento biológico* en cada etapa de la infección, y quizás de la calidad (virulencia) de la Bartonella". (En la familia C., atendida en Sandoná por Jaramillo, apenas murió 1 en 10 atacados. En Yamangala, fracción de Guaitarilla, Portilla contó 80 defunciones en una población de 500 individuos). Los caracteres de la anemia han sido estudiados por Tamayo, Hercelles, Gastiaburu, Rebagliati, Monge, Mackehenie, Weiss, y últimamente por Hurtado. Groot y compañeros (15) de Pasto publicaron un resumen de sus observaciones sobre caracteres de la anemia en Nariño.

"En el mecanismo de la anemia intervienen varios factores: 1º Acción parasiticida directa, porque

(*) El primer hallazgo de **Phlebotomus** en Nariño lo hizo el doctor Ernesto Osorno en La Unión.

(**) El autor ha hecho investigaciones en ratas sobre **Bartonella muris** que se comunicarán más tarde.

la Bartonella se reproduce a expensas del eritrocito. 2º Hemorragias y sufusiones sanguíneas en todos los tejidos con hematofagia, realizada por el sistema retículo endotelial. 3º Probable toxina hemolítica de la Bartonella. La destrucción globular se hace en forma tan rápida que se puede afirmar *que no existe en patología humana ningún otro proceso infeccioso que produzca eritropenia más rápida e intensa.* Doscientos a 300.000 glóbulos rojos por milímetro cúbico pueden quedar destruídos diariamente". M. T. A., de Sandoná, primer individuo a quien se le hallaron Bartonellas en Colombia en 1939, tenía el 18 de enero 1.400.000 eritrocitos por milímetro cúbico; 1.300.000 el 19, y el 20 sólo 1.000.000. Jaramillo relata el caso de una niña que el 12 de abril mostró 3.600.000 eritrocitos y el 12 de mayo 500.000. Ambos casos curaron. Menos de medio millón de eritrocitos es ya incompatible con la vida que se extingue por anemia. Si la anemia no es tan rápida e intensa hay posibilidad de que el organismo reaccione para regenerar la sangre y para organizar las defensas inmunitarias.

"Desde los comienzos de la infección el sistema retículo endotelial realiza esfuerzos para fijar el germen en los tejidos. Estos esfuerzos en los casos favorables culminan por el establecimiento de la *fase histioide de Weiss*". (Período verrucomatoso de la Fiebre del Guáitara). "Comienza por perturbaciones celulares degenerativas y exudativas, terminando en la organización de nóbulos o verrugas donde los gérmenes quedan definitivamente fijados, constituyéndose un granuloma histiocitario, proliferación angioblástica que demuestra la reacción alérgica despertada por la noxa verrucosa, según Mackehenie y Weiss".

Histopatología (*). — Como una contribución para el capítulo de la histopatología de la Bartoneliasis colombiana, voy a transcribir extractos de los boletines de estudios hechos por encargo del autor, por M. Sánchez-Herrera, patólogo de la Facultad de Medicina, en material de autopsias humanas y biopsias practicadas en Pasto, Linares y Bogotá, y sobre verrugas experimentales obtenidas en Bogotá de *Macucus rhesus* y *Cebus fatuellus.*

Estudio de órganos humanos. — Nº 1. A. D. (Varón). Material enviado por el doctor Jorge Agreda Meza. Hospital de Linares. Arboleda (Nariño). *Nota clínica:* Bartonellosis. Vesícula biliar. *Diagnóstico histopatológico:* Inflamación crónica. Edema. Muy abundantes colonias de microorganismos. Páncreas. Inflamación sub-aguda. Abundantes colonias de microorganismos. Estómago. Inflamación subaguda. Hay numerosas colonias de microorganismos. Riñón. Nefritis sub-aguda. Colonias de microorganismos. Bazo. Inflamación sub-aguda y crónica. Escasas colonias de microorganismos. Hígado. Hepatitis sub-aguda. Colonias de microorganismos. Vejiga. Inflamación crónica. En todo corte abundan colonias de microorganismos. Pulmón. Bronconeumonía sub-aguda. Escasas colonias de microorganismos. Corazón. Miocarditis sub-aguda. Colorantes usados: Hematoxilina, Eosina, Giemsa.—Febrero 1º de 1940.

Sánchez-Herrera considera que los microorganismos hallados son *Bartonellas.*

Nº 2. P. R. (Varón). La Magdalena (Nariño). Caso del doctor Vallecilla. *Nota clínica:* Siete días de hospitalización. Trece días de enfermedad. *Síntomas:* Epistaxis, ictericia, anemia, hepatomegalia. Temperatura el día de la muerte, por la mañana, 39°C. Pulso, 120. *Descripción macroscópica:* Fragmentos de tejido blando recibidos en líquido fijador. *Diagnóstico histopatológico:* Hígado, vesícula biliar y ganglio linfático. *Bartonellosis.* En todos los cortes examinados, hay lesiones de estructura. En el hígado se observa degeneración grasosa moderada. En la vesícula biliar, hay infiltración leucocitaria mononuclear muy moderada. El ganglio presenta hiperplasia del tejido reticulo-endotelial e infiltración leucocitaria mononuclear muy moderada en la cápsula. En los tres órganos, pero especialmente en la vesícula y el ganglio, llama particularmente la atención la presencia de microorganismos de forma cocoide en masas intra y extra celulares, algunas veces formando cadenas hasta de seis elementos.—Agosto 22 de 1940.

Nº 3. C. Y. (Varón). Pasto (Nariño). Caso del doctor Vallecilla. *Nota clínica:* Formaciones verrucosas de los ganglios mesentéricos, halladas en la autopsia. *Descripción macroscópica:* Dos fragmentos de tejido blando de forma lenticular y superficie de sección lisa y uniforme. *Diagnóstico histopatológico:* Ganglio linfático. Adenitis sub-aguda. *Bartonellosis.* Al microscopio se encontró ganglio linfático afectado por un proceso inflamatorio. En la cápsula hay infiltración leucocitaria mononuclear. En el parénquima edema e hiperplasia del retículo endotelio. No son raros los eosinófilos. Se encontraron numerosas colonias de microorganismos cocoides, generalmente intracelulares.—Diciembre 3 de 1940.

Nº 4. J. B. (Cabo 1º). Caso de los doctores P. C. y S. (32) Hospital Militar. *Nota clínica:* De Sandoná (Nariño) venido a Bogotá a principios de abril. Hospitalizado el 18. *Diagnóstico clínico y experimental: Bartoneliasis.* Fallecido el 28 de mayo. Hígado. Cápsula lisa. Al corte la superficie de sección es de color amarila, casi carmelita. *Diagnóstico histopatológico:* Hepatitis sub-aguda. Congestión pasiva. Degeneración grasosa. Colonias de Bartonellas. Los cortes muestran parènquima hepático afectado por un proceso inflamatorio que se caracteriza por focos de infiltración leucocitaria mononuclear, en los espacios periportales en donde además hay aumento del tejido conjuntivo fibroso. En las células hepáticas abundan globos pequeños de grasa. Hay dilatación de las venas centrales y

(*) Aconsejo a quien quiera profundizar en la histología de la Bartoneliasis, estudiar los trabajos del sabio Profesor de Lima. Daniel Mackehenie.

edema del parenquima que las rodea. En el tejido intersticial se encontraron algunas colonias compuestas de elementos cocoides, generalmente extracelulares y agrupados en pares, líneas, etc. Bazo. Cápsula lisa. La superficie de sección es de color rojo y muestra algunas áreas morenas. Congestión y edema. No se encontraron microorganismos. Intestino delgado. Cambios post-mortem. Numerosas colonias de bartonellas. Los cortes muestran intestino delgado ya en estado de desintegración celular. En la luz llama particularmente la atención la variedad y la abundancia de microorganismos. En la capa muscular se ven numerosas masas de microorganismos, de forma cocoide, intra y extra celulares. Con frecuencia algunas de estas formas se agrupan recordando un elemento bacilar. Riñón. Cápsula lisa y con algunas adherencias. Al corte la superficie de sección es de color gris pálido con algunas áreas de color gris oscuro que se extienden desde la corteza hasta la medula. La arquitectura se aprecia mal. Glomerulo-nefritis sub-aguda. Cambios post-morten. No se encontraron bartonellas. Los cortes muestran al microscopio tejido renal afectado por un proceso inflamatorio que se localiza especialmente en la región cortical. Hay infiltración leucocitaria poli y mononuclear. Se observa desintegración celular. Suprarrenal. Al corte se aprecian bien la corteza y la medula. La primera de color amarillo y la segunda de color gris pálido. Colonias de bartonellas. Cambios post-morten. Los cortes muestran al microscopio numerosas colonias de microorganismos cocoides, generalmente extra celulares y arreglados en cadenas hasta de ocho elementos. Llama particularmente la atención la presencia de numerosas formas bacilares cuya naturaleza no es fácil determinar. Las células parenquimatosas presentan cambios post-morten. Páncreas. Consistencia normal. Color amarillo pálido. Abundantes colonias de bartonellas. Cambios post-morten. Al microscopio se encuentra tejido pancreático en estado de desintegración celular. Se ven numerosas agrupaciones de formas cocoides, intra y extra celulares y arregladas en cadenas de dos o más elementos. Corazón. Se aprecian endocardio, miocardio, y pericardio. Cambios post-morten. No se encontraron microorganismos. Los cortes muestras desintegración de la fibras musculares e infiltración por líquido transparente. Pulmón. Aspecto normal. Antracosis muy moderada. Enfisema. No se enccontraron bartonellas. En los cortes se observa descamación del epitelio bronquial, antracosis moderada, células cardíacas y áreas de enfisima. Colorantes usados: Hematoxilina, Eosina, Giemsa.—Julio 10 de 1940.

Estudio de Verrugas humanas.—Nº 1. J. M. (Varón). Pasto (Nariño). Caso del doctor Vallecilla. *Nota clínica:* Verruga extirpada de la oreja de J. M. del Hospital de La Unión. Este enfermo no presentó forma febril. *Descripción macroscópica:* Un fragmento de tejido blando recibido en líquido fijador. *Diagnóstico histopatológico:* Verruga. *Bartonellosis.* Se observa epitelio escamoso estratificado y tejido conjuntivo sub-epitelial. En este último hay un proceso inflamatorio sub-agudo que se caracteriza por infiltración leucocitaria mono y polinuclear. En el tejido fijo hay proliferación. En los vasos se observa hiperplasia de las diferentes capas, a veces con trombosis. Algunas células parecen ser angioblastos. Edema. Llama particularmente la atención la presencia de numerosas colonias de microorganismos de forma cocoide y nítidamente coloreados, algunas veces en cadenas hasta de siete elementos. Generalmente son extracelulares. También es interesante anotar que el microorganismo anterior algunas veces está asociado a otro de forma bacilar, muy proliferante y que toma muy débilmente los colorantes. Colorantes usados: Hematoxilina, Eosina, Giemsa.—Diciembre 2 de 1940.

Nº 2. F. A. (Mujer). Pasto (Nariño). Caso del doctor Vallecilla. *Nota clínica:* Verruga extirpada del pabellón de la oreja. Hace un mes le comenzó la enfermedad con dolores generalizados, raquialgia, cefalea, quebrantamiento y fiebre intensa. A los 8 días, después del estado febril, comenzaron a brotar las verrugas. Presenta una verruga del tamaño de una núez en la parte posterior de la boca y que se inserta en la base de la lengua. Esta neo-formación, sangra mucho, dificulta la deglución y la respiración. También tiene verrugas del tamaño de garbanzos en las mejillas, orejas y barba. *Descripción macroscópica:* La pieza es una masa de tejido blando, regularmente esférica, recibida en líquido fijador. *Diagnóstico histopatológico:* Verruga. *Bartonellosis.* El material enviado para examen, muestra epitelio escamoso estratificado y tejido conjuntivo sub-epitelial. En este último se ve un proceso inflamatorio sub-agudo caracterizado por una enorme proliferación del tejido conjuntivo y por infiltración leucocitaria, con predominio de los mononucleares. En los vasos se observa hiperplasia muy marcada y algunas veces trombosis. Se encontraron colonias intracelulares de forma cocoide y nítidamente coloreadas. Los eosinófilos son particularmente abundantes. Colorantes usados: Hematoxilina, Eosina, Giemsa.—Diciembre 3 de 1940.

Nº 3. H. O. (Mujer). Pasto (Nariño). Caso del doctor Vallecilla. *Nota clínica:* Verruga extirpada a la enferma H. O. *Descripción macroscópica:* Un fragmento de tejido blando y de forma ovoide. Aparentemente está bien encapsulado. La superficie de sección es lisa y uniforme. *Diagnóstico histopatológico:* Verruga. *Bartonellosis.* Los cortes muestran epitelio escamoso estratificado y tejido conjuntivo sub-epitelial. En este último se aprecia un proceso inflamatorio que se caracteriza por edema, proliferación del tejido fijo e infiltración leucocitaria poli y mononuclear. En los vasos hay hiperplasia celular. Se encontraron algunas colonias de microorganismos cocoides, generalmente intracelulares. Colorantes usados: Hematoxilina, Eosina, Giemsa. Diciembre 3 de 1940.

Estudio de Verrugas de Monos rhesus.—Nº 1. Macacus rhesus Nº 12. Organo o tejido: Piel. *Nota clínica:* Inoculado el 18 de octubre de 1939 con cultivo de *Bartonella bacilliformis.* Cepa N. Reinoculado el 31 de octubre del mismo año con la misma cepa. *Descripción macroscópica:* Un pedazo de piel. *Diagnóstico histopatológico:* Inflamación aguda. No hay bartonellas. Los cortes hechos muestran piel y tejido celular subcutáneo, ambos afectados por una reacción inflamatoria. La infiltración leucocitaria es muy abundante y predominan los polinucleares. Hay formación de pús y proliferación del tejido conjuntivo. Los vasos están congestionados generalmente. Edema moderado.—Junio 15 de 1940.

Nº 2. Macacus rhesus Nº 13. Organo o tejido: Piel. *Nota clínica:* Inoculado el 31 de octubre de 1939 con cultivo de bartonella, Cepa N. En el sitio de la inoculación presentó una verruga, la que fue extirpada el 4 de enero de 1940. *Diagnóstico histopatológico:* Piel. Inflamación crónica. No hay evidencia de bartonellas. Al microscopio se encuentra piel y tejido celular subcutáneo afectados por un proceso inflamatorio que se caracteriza por gran proliferación del tejido conjuntivo e infiltración leucocitaria, especialmente mononuclear. Se observan numerosos eosinófilos. Edema moderado.—Junio 15 de 1940.

Nº 3. Macacus rhesus Nº 11. Organo o tejido: Piel. *Nota clínica:* Inoculado intradérmicamente con ½ cc. y con 1 cc. intravenosamente con triturado en solución salina de *Pediculus capiti* y *vestimenti* de varios enfermos de Nariño, con resultado negativo. El 8 de enero de 1940 se inoculó intradérmicamente con 0.40 cc. de cultivo procedente de sangre tomada por el señor Clodomiro Rodríguez Caycedo, laboratorista de Sandoná, a N. B., enfermo de Bartoneliasis. Las verrugas comenzaron a brotar el 14. El 1º de febrero de 1940 se le extirpó una verruga. *Diagnóstico histopatológico:* Los cortes muestran piel. En el epitelio hay descamación. No hay cambios de estructura. No se encontraron bartonellas. Julio 15 de 1940.

Nº 4. Macacus rhesus Nº 19. Organo o tejido: Piel. *Nota clínica:* Inoculado con hemocultivo de sangre, procedente del Cabo J. B., del Hospital Militar, el 5 de junio de 1940. Extirpación de verrugas bajo anestesia general el 25 de junio de 1940. *Descripción macroscópica:* Dos fragmentos de piel. *Diagnóstico histopatológico:* Piel. Inflamación sub-aguda. Colonia de Bartonellas. El material enviado para examen, muestra al microscopio, piel y tejido celular subcutáneo. En este último hay un proceso inflamatorio con infiltración leucocitaria poli y mononuclear, edema, pequeños focos de supuración, neoformación de vasos y proliferación del tejido conjuntivo. Llama particularmente la atención, la abundancia de células formadoras de vasos. Merecen también citarse, numerosas colonias de microorganismos cocoides intra y extracelulares. Por la manera de colorearse y por su agrupación, recuerdan la bartonella. Colorantes usados: Hematoxilina, Eosina, Giemsa.—Septiembre 25 de 1940.

Nº 4 A. Macacus rhesus Nº 19. Verrugas del vientre. Organo o tejido: Piel. *Nota clínica:* Inoculado el 5 de junio de 1940 por vías subcutánea, intravenosa e intradérmica con 3½ cc. de cultivo procedente de sangre del Cabo J. B., del Hospital Militar. Se le tomó una biopsia de la región abdominal el día 1º de julio de 1940. *Diagnóstico histopatológico:* Inflamación sub-aguda y crónica. No se encontraron microorganismos. Piel y tejido celular subcutáneo. En este último hay una zona inflamada que se caracteriza por infiltración leucocitaria poli y mononuclear, neoformación de vasos, hiperplasia perivascular y proliferación del tejido conjuntivo fibroso. Las células endoteliales se presentan como elementos atrofiados de citoplasma abundante y presentan unas veces signos de degeneración grasosa y otras de degeneración hialina. No son raras las células eosinófilas. Tanto en el endotelio como en el tejido conjuntivo se observan frecuentemente fenómenos de picnosis, cariolisis y cariorrexis. Edema moderado. Focos pequeños de hemorragias.—Julio 12 de 1940.

Verrugas de Monos Cebus.—Cebus Nº 3 (*). Organo o tejido: Piel. *Nota clínica: Mono Cebus* inoculado en la región supraciliar de ambos lados con ¼ cc. y con 1 cc. en la región abdominal intradérmicamente con cultivo 18 procedente de sangre del Cabo J. B., del Hospital Militar, el 22 de junio de 1940. El 6 de julio aparecen verrugas en la cara y abdomen. El 15 se extirpan dos verrugas supraciliares para estudios histológicos e inocular con triturado curíes, un perro y el *rhesus* 21. *Diagnóstico histopatológico:* Inflamación sub-aguda en estado regresivo. Al microscopio se encuentra piel y tejido celular subcutáneo, este último afectado por un proceso inflamatorio. Infiltración leucocitaria mono nuclear muy moderada. Se observa neoformación de vasos. Edema escaso. No hay focos de necrosis. En algunos campos se encuentran microorganismos de forma cocoidea, no fijan bien los colorantes y parece que estuvieran en estado de desintegración. No es posible identificarlos. Colorantes usados: Hematoxilina, Eosina, Giemsa.—Septiembre 19 de 1940.

Diariamente se examinó sangre hasta el 16 de septiembre, sin hallar hemoparásitos.

Amanece muerto el 22. Se hace la autopsia en la mañana del mismo día. *Diagnóstico histopatológico:* Canglio linfático, páncreas, corazón, glándula salivar, piel, riñón, hígado, suprarrenal, bazo, vejiga, pene y pulmón. En la piel se encontró un proceso inflamatorio localizado especialmente en la región dérmica en donde se pueden apreciar microorganismos cocoides aislados, en cadenas de dos o más elementos o formando masas. Son extra o intra-

(*) Este animal con verrugas experimentales se exhibió ante los profesores de clínica médica en el Hospital de San Juan de Dios el 15 de julio de 1940, con ocasión de la visita del ilustre Profesor norteameriano William Sharpe.

celulares. En el tejido conjuntivo hay proliferación y se observa hiperplasia e hipertrofia en las paredes de los vasos sanguíneos. La infiltración leucocitaria es muy escasa. En la superficie de la piel se observan descamación y se aprecian colonias de microorganismos. Algunos glóbulos rojos parecen parasitados por los microorganismos que se acaban de describir. Los demás órganos examinados no muestran alteraciones.—Octubre 23 de 1940.

Diagnóstico diferencial. Fase septicémica o hemática.—El diagnóstico clínico de la Bartoneliasis en su fase septicémica o hemática es difícil porque se asemeja a muchas dolencias agudas. Así se explica que en Nariño pasara la epidemia tanto tiempo indeterminada y que fuera un largo divagar el proceso anterior al diagnóstico. Como paludismo, tifoidea y gripa fue calificada de 1936 a 1939. Pero también se parece al tifo y sus congéneres, a la fiebre amarilla, a las espiroquetiasis, al dengue, a la fiebre ondulante. La anemia intensa y ascendente, la taquicardia, las algias, la fiebre irregular de tipo anárquico, la hipertrofia ganglionar, son signos clínicos y síntomas que ayudan al diagnóstico diferencial. La noción geográfica es argumento de gran probabilidad. Y el criterio de certeza lo da el hallazgo de las *Bartonellas* en la sangre.

Fase histioide o verrucomatosa.—En su fase histioide o verrucomatosa pasó la Bartoneliasis de Nariño por Pian, antes de 1939. Aunque puede también confundírsele con otras lesiones de la piel, estimo que en Colombia debe subrayarse el diagnóstico diferencial con el Pian, otra grave plaga endémica de los Andes Colombianos, singularmente de las vertientes pacíficas del Chocó, porque ahí también hay propicio ambiente para la Verruga.

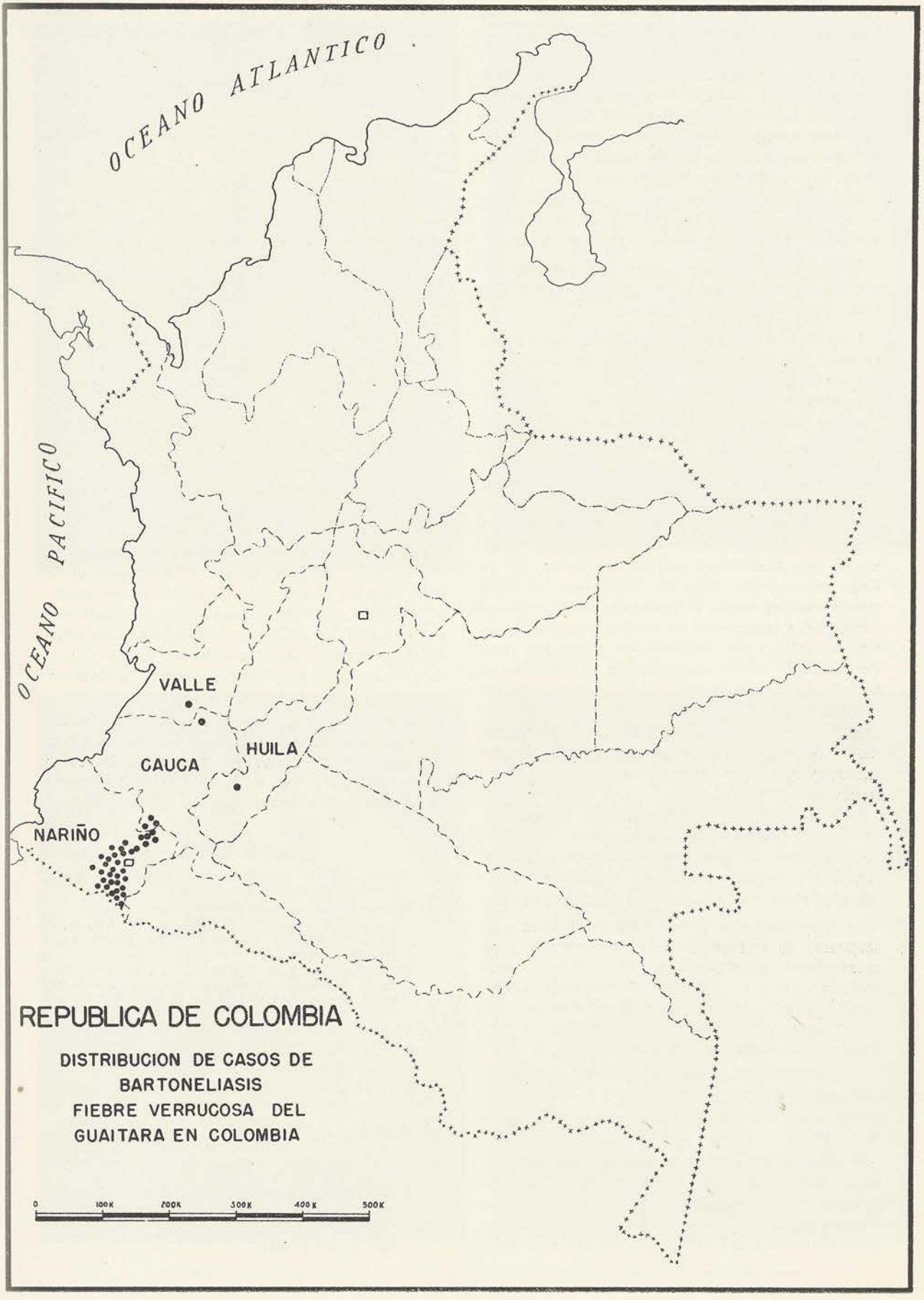
Con algunas variaciones transcribo en gran parte la clave de Escomel citada por Maldonado (33) para el diagnóstico diferencial entre el Pian y la Verruga:

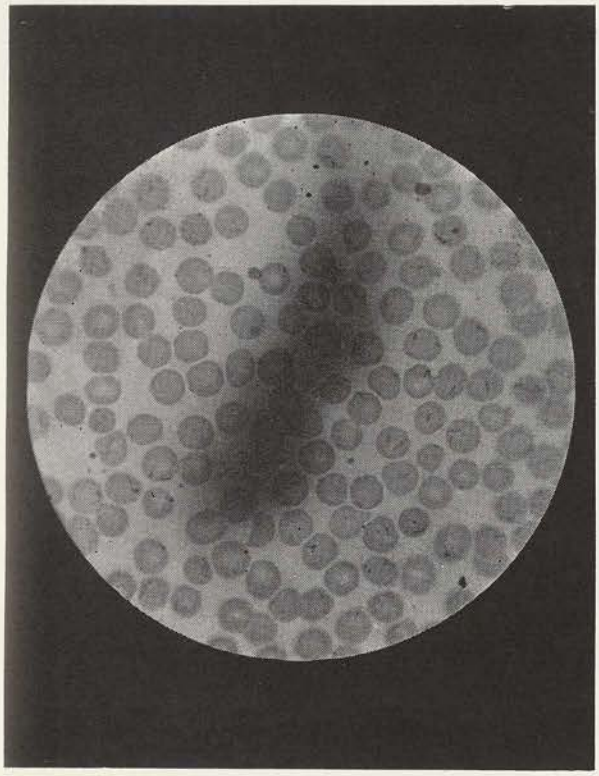
CLAVE PARA EL DIAGNOSTICO DIFERENCIAL ENTRE LA VERRUGA PERUANA Y EL PIAN, REDACTADA POR ESCOMEL (34)

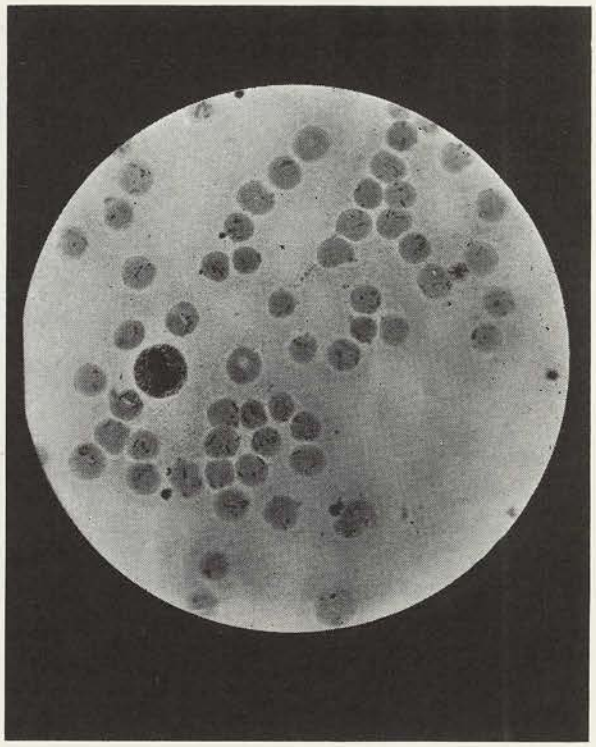
Caracteres.	*Pian.*	*Verruga.*
Invasión.	Fiebre. Alteraciones digestivas. Cefalea. Dolores reumatoides.	Fiebre anárquica. Dolores reumatoides. Postración. *Anemia. Adenitis.*
Erupción.	Máculas, descamación furufurácea de la piel, hiperkeratosis palmar y plantar.	No.
Chancro.	Chancro piánico, primer botón inicial. Buba madre.	No hay manifestación eruptiva inicialmente.
Erupción invasión.	Recrudescencia febril con generalización de los pianomas.	Aparece la erupción cuando disminuye o desaparece la fiebre y los síntomas generales.
Erupción estado.	Botones carnosos recubiertos por una costra amarillenta. Bubas.	Botones eréctiles sin costra. Verrugas.
Erupción estado.	Color: rosa claro. Consistencia: bastante firme. Aspecto: el de las lesiones sifilíticas.	Color: púrpura. Consistencia: blanda. Aspecto: de los naevi superficiales bien vasculares.
Regresión.	Con lesiones de la piel circundante.	Sin lesiones de la piel circundante.
Regresión.	Algunas veces deja cicatrices.	No deja jamás cicatrices.
Agente causal.	Treponema pertenue (Castellani, 1905).	Bartonella bacilliformis. (Strong, 1913).
Terapéutica.	Específica y rápida por los arsenobenzoles y el bismuto.	No obedece a los arsenobenzoles. Hasta hoy no posee medicación específica.

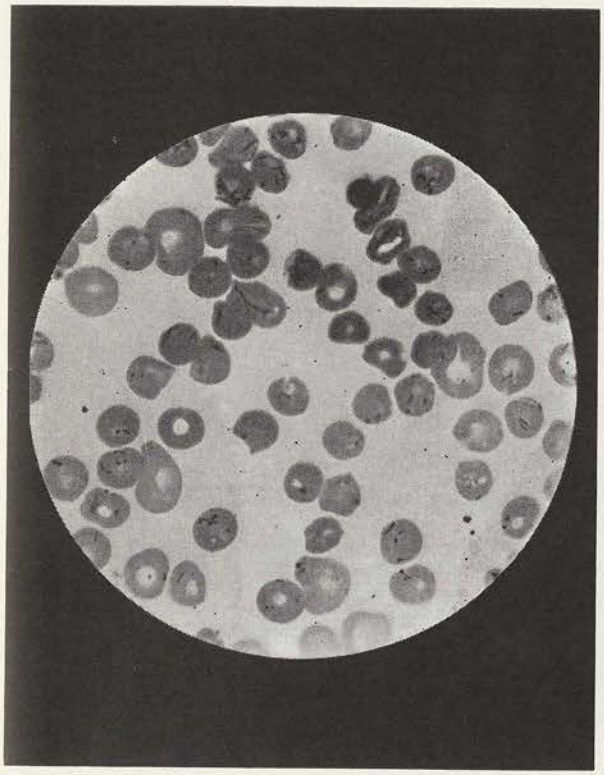
Pronóstico. — Es reservado para la forma grave de Bartoneliasis en su fase septicémica o hemática. Es favorable en la fase verrucomatosa o histioide cuando ya el organismo ha vencido, aprisionado el germen por medio del sistema retículo endotolial y organizando la inmunidad que parece definitiva.

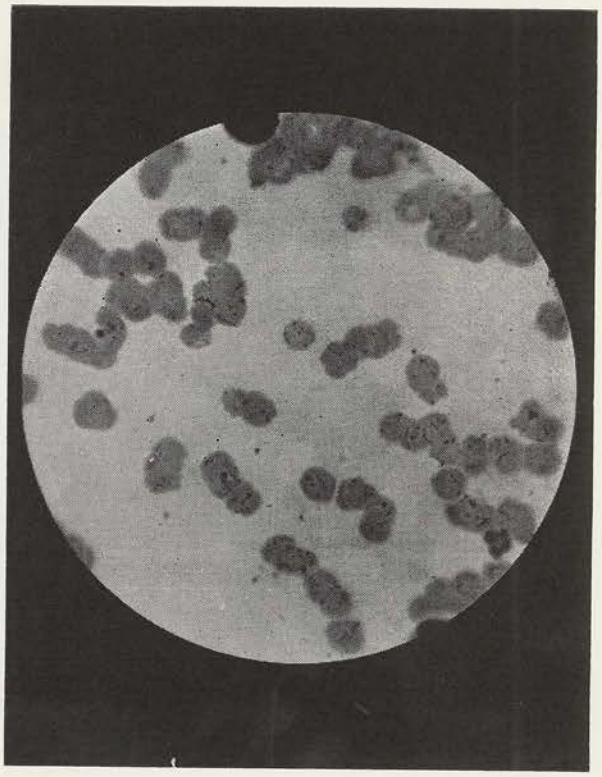
Tratamiento. — No se conoce todavía el remedio específico contra la Bartoneliasis. El tratamiento consistirá en hospitalización, quietud, aseo, buena alimentación y moderada medicación sintomática. De tiempo inmemorial (35) se ha preconizado en las regiones peruanas los revulsivos estimuladores del retículo endotelio: allá úsase el maguey; acá Groot (15) aconseja la mostaza; la balneoterapia caliente sería el procedimiento de elección. Küczynski (36) recomienda el sulfato de cobre. Bernales


OCEANO ATLANTICO
OCEANO PACIFICO
VALLE
CAUCA
HUILA
NARIÑO
REPUBLICA DE COLOMBIA
DISTRIBUCION DE CASOS DE
BARTONELIASIS
FIEBRE VERRUCOSA DEL
GUAITARA EN COLOMBIA
0
100K
200K
300K
400K
500K

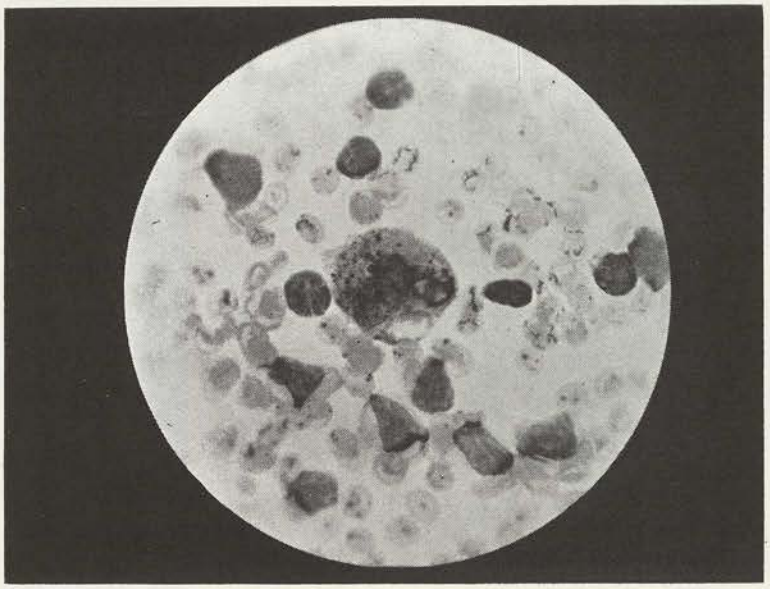




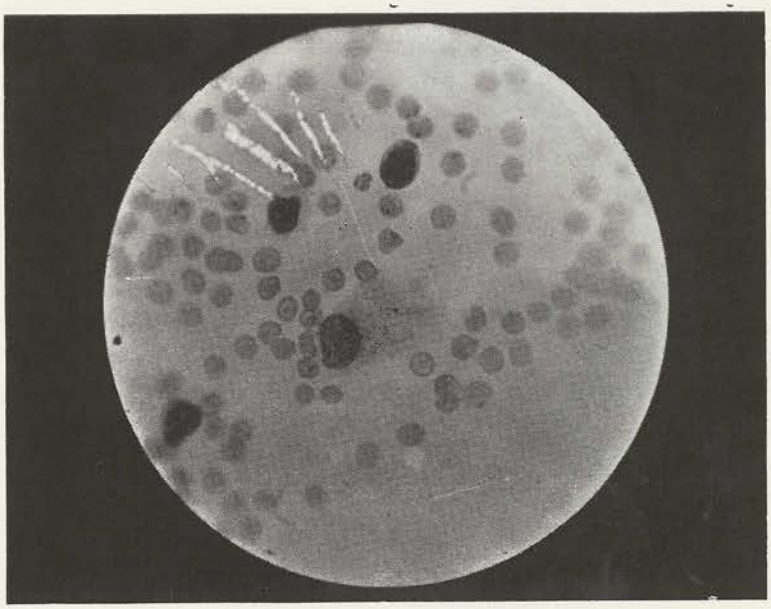




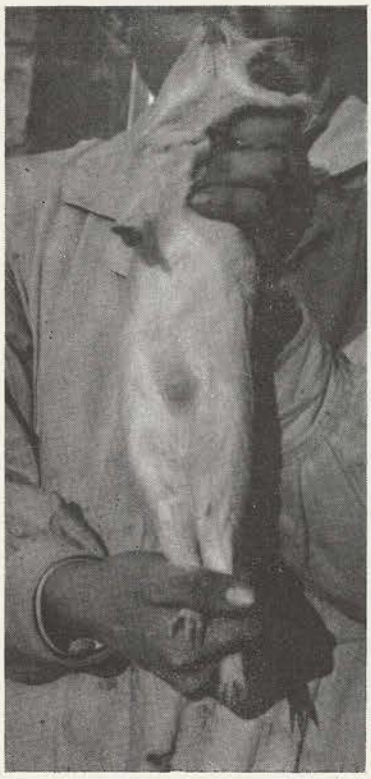
MICROFOTOGRAFIAS. Sangre parasitada con abundantes Bartonellas. Coloración: Leishman-Giemsa.



MICROFOTOGRAFIA. Célula vaginal de curí orquítico inoculado con hemocultivo humano. Granulaciones citoplásmicas.

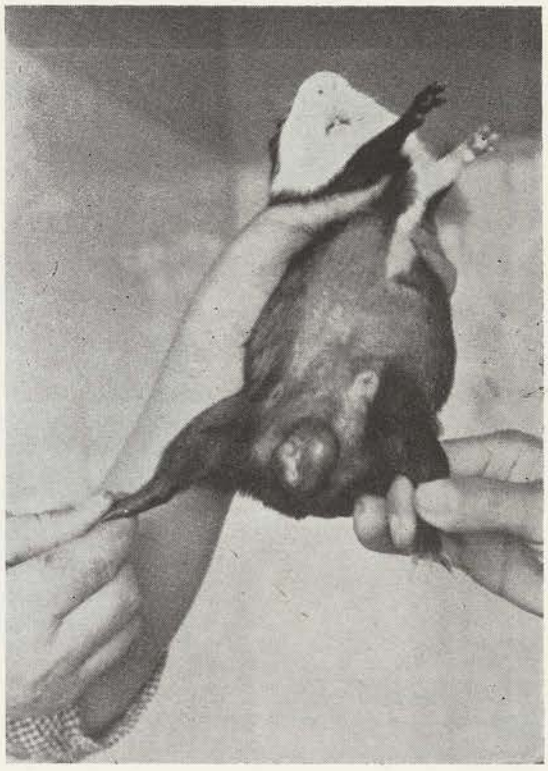


MICROFOTOGRAFIA. Impresión de verrucoma. Una célula llena de granulaciones acidófilas. Coloración: Leishman-Giemsa.





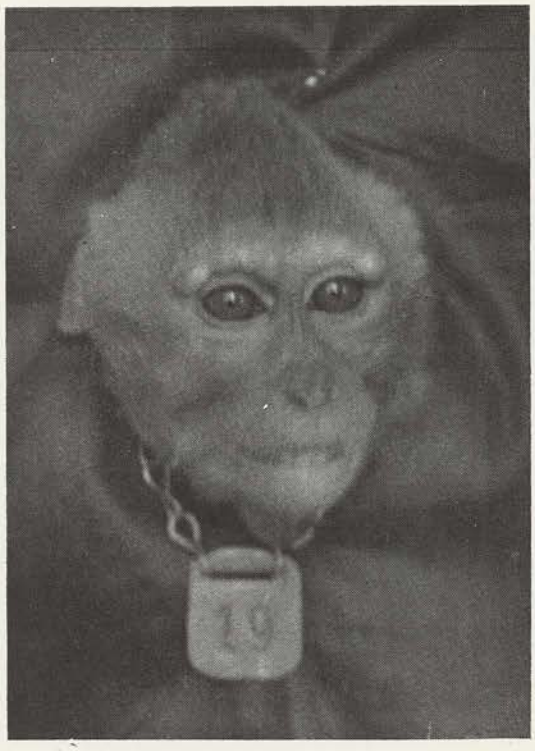
CURI Nº 142. Vista frontal y lateral. Inoculado intraperitoneal, intratesticular e intradérmicamente el 10 de enero de 1940 con 1 cc. de emulsión de triturado de verruga extirpada al *Macacus rhesus* Nº 12, inoculado con cepa M. El 16 de enero de 1940 apareció la verruga. Foto tomada el 18 del mismo mes.



CURI Nº 179. Esplenectomizado el 7 de marzo de 1940. Inoculado intraperitoneal e intradérmicamente el 21 de febrero de 1940 con ½ cc. de hemocultivo de Isaac Carataca, sangrado en Samaniego a orillas del río Pacual el 14 de febrero de 1940, por el Dr. Hernando Groot, Director del Laboratorio de Pasto.



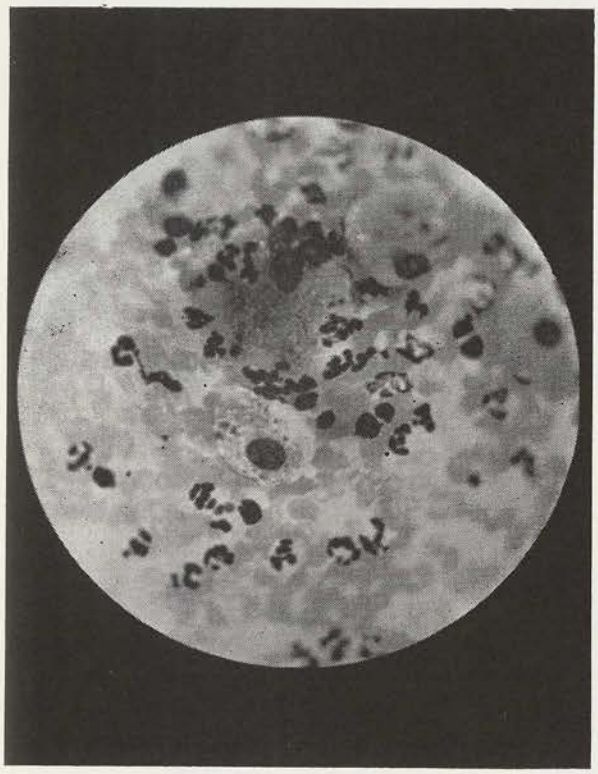
MACACUS RHESUS Nº 8. Inoculado en La Unión (N.) el 22 de junio de 1939 intradérmicamente en la cara con emulsión salina de triturado de 14 *Phlebotomus* con resultado negativo. El 4 de enero de 1940 se inocula intradérmicamente en la cara y región abdominal con ½ cc. de emulsión en solución salina de triturado de una verruga extirpada al *Macacus rhesus* Nº 13. El 31 de enero de 1940 apareció una verruga en la región abdominal. El 13 de febrero aparecen principios de verrugas en la ceja izquierda.

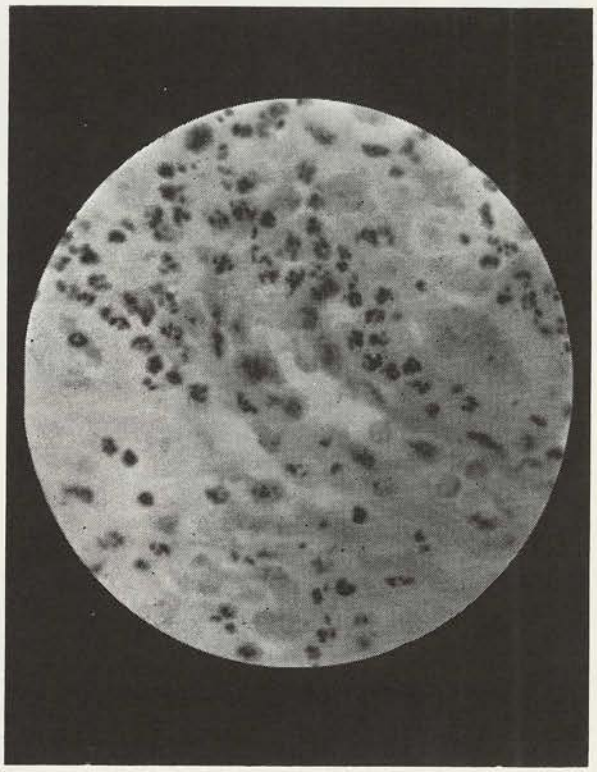


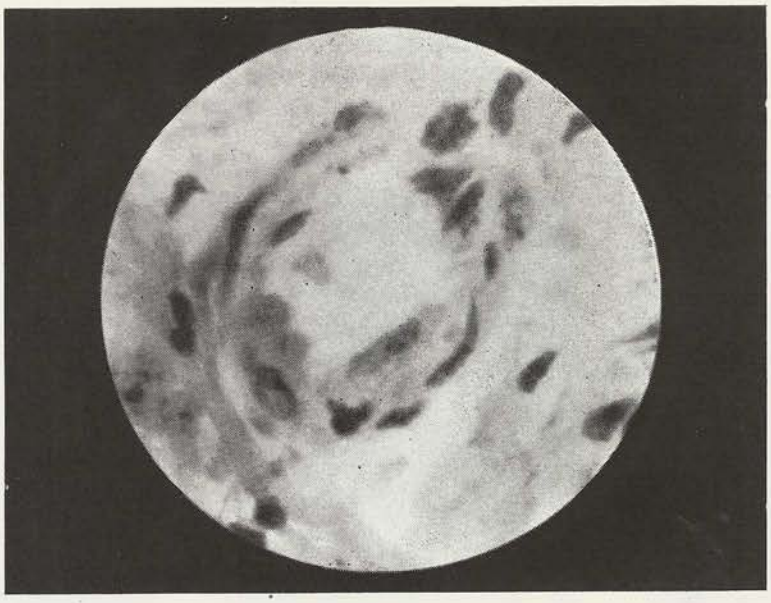
MACACUS RHESUS Nº 19. Inoculado el 5 de junio de 1940 con cultivo semisólido procedente de sangre del Cabo J. B. Intradérmicamente en las cejas con ½ cc.; subcutáneamente en la región abdominal con 1 cc. e intravenosamente con 2 cc. El 20 de junio muestra 4 verrugas en la cara. El 22 se toman fotografías.



MACACUS RHESUS Nº 14. Inoculado intradérmicamente en las cejas y mejillas con 1 cc. de emulsión de cultivo 3 (J B Y) el 26 de enero de 1940. Foto tomada el 12 de febrero de 1940. La sangre fue tomada por don Clodomiro Rodríguez y Caycedo, laboratorista de Sandoná, el 13 de noviembre de 1939.







MICROFOTOGRAFIAS de cortes de verruga del *Macacus rhesus* Nº 19. Nº 1: verruga ciliar; coloración por May-Grunwal-Geimsa; células llenas de granulaciones acidófilas. Nº 2: corte longitudinal de un capilar de neoformación; obsérvese en el tejido circundante el proceso inflamatorio. Nº 3: corte transversal de un capilar de neoformación.—Dr. M. Sánchez Herrera.







VERRUCOMATOSOS







(37) el cloruro de magnesio por vía venosa. Para casos de intensa anemia la transfusión es lo indicado.

En la fase verrucomatosa o histioide la medicación debe consistir únicamente en proteger las verrugas de las infecciones asociadas. La extirpación sólo debe hacerse sobre elementos pediculados. La verruga cura sin dejar huella, cuando no se la mortifica con tratamientos inoportunos.

El calcio y los extractos de órganos son auxiliares de la regeneración hemática. Y la alimentación nutritiva y rica en vitaminas, es lo fundamental.

NOTA.—Hoy están en boga los antibióticos: penicilina, aureomicina y cloromicetina. La literatura sobre el particular es copiosa.

Profilaxis. — Las fuentes del virus, los agentes vectores y el hombre en potencia de contaminación, son los factores que no se deben caer de la memoria al hablar de profilaxis de la Bartoneliasis.

Anoté cómo el hombre enfermo es fuente de contaminación. Pero dije igualmente que esta noción sabida no era suficiente para explicar la endemoepidemia de Nariño y que se hacía preciso indagar en busca de reservorios animales y vegetales, porque los datos allegados no autorizan conclusiones.

Igual cosa puede decirse de vectores. Potencialmente todo hematófago podría ser vector de un virus transmisible. Con las Rickettsias se está viendo cómo aparecen, al buscarlos, nuevos vectores distanciados largamente en la escala zoológica, como los piojos y los *Ornithodoros,* pongo por caso. Por analogía con lo observado en el Perú, se ha hablado de los flebótomos y por analogía con las rickettsiasis, de los piojos.

Al hombre debe considerársele en la profilaxis, como fuente de virus cuando está enfermo y como terreno propicio para recibir el contagio cuando no es inmune.

El autor, comisionado del Ministerio de Higiene, que hizo en enero de 1939 el diagnóstico de la Bartoneliasis, base de la profilaxis, aconsejó en sus informes (4) medidas que se han aplicado en parte sobre las zonas afectadas, con los siguientes puntos:

a) Hospitalización de todos los casos agudos en hospitales de emergencia urbanos y rurales y en consecuencia organización de uno o dos en cada población afectada. Creación de hospitales definitivos estratégicamente localizados, para la hoya del río Mayo en La Unión, para el Guáitara en Sandoná y para el río Pacual en Samaniego.

b) Campaña con todos los recursos del estado para levantar el nivel de vida del hombre de los campos y poblaciones pequeñas, v. g., con el siguiente esquema:

1º—Saneamiento de las chozas rurales, oscuras y sucias, con sencillo plan de emergencia: separar de la habitación humana los curíes y demás animales domésticos; independizar la cocina del dormitorio; abrir ventanas y dar aire y sol; empañetar y blanquear las paredes por dentro y por fuera; revestir los pisos con ladrillo, cemento o asfalto; hacer un excusado de hoyo.

2º—Establecer una lucha racional contra ectoparásitos humanos.

3º—Enseñar a los labriegos técnicas de cultivos intensivos.

4º Disminuír el auge del alcoholismo.

5º—Rehabilitar la industria casera de los sombreros jipas, fuente de riqueza y de bienestar de los campesinos nariñenses y causa ahora por su bancarrota de su pobreza y de que la ración alimenticia sea deficiente y paupérrima.

c) Constitución de la asistencia hospitalaria y de las obras sanitarias con amplios recursos nacionales bajo la responsabilidad de un médico que cumpla el viejo aforismo *"Suaviter in modo fortiter in re".*

Los órganos del Estado han desarrollado en Nariño una intensa, eficiente y benéfica labor por medio de los Decretos 331, 1.353 y 1.926 de febrero, junio y septiembre de 1939. Por la aplicación inmediata en Nariño del Decreto-Ley Nº 200 de 1939, que organiza el Instituto de Crédito Territorial, para el mejoramiento de la vivienda camepsina, fuente, base, columna miliar de verdadera profilaxis para las plagas endemoepidémicas que azotan la población rural de nuestra patria. Y finalmente con la Ley 5ª de 1939, que ordena hospitales, acueductos y alcantarillados para Nariño y crea el laboratorio de Pasto y la campaña contra la Bartonellosis que dirige el doctor Vallecilla.

Resumiendo, considero que la profilaxis debe hacerse hospitalizando y aislando a los enfermos contaminantes y mejorando las defensas orgánicas de los receptivos, y que es indispensable buscar un procedimiento de vacunación.

BIBLIOGRAFIA

1. **Budnik Emilio.**—Tifo Exantemático en 1939. Tesis. Santiago de Chile. 1940.
2. **Tarassewitsch.**—Cita de Emilio Budnik.
3. **Gordon J. E.**—The clinical features of Rickettsial Diseases. Harvard School of Public Health Symposium. Volume 1940.
4. **Patiño-Camargo Luis.** Informe al doctor Arturo Robledo, encargado del despacho del Ministerio de Higiene. Enero 26 de 1939. Junio 30 1939. Rev. de Higiene. XX. Nos. 11-12. Bogotá. 1939.
4. **Patiño-Camargo Luis.**—Un nuevo foco de Bartonellosis en América. (Nota preliminar). Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. Año 18, Nº 4. Abril 1939.
4. **Patiño-Camargo Luis.**—Bartonellosis en Colombia. Rev. de la Facultad de Medicina. Vol. VII. Nº 10. Abril 1939.
4. **Patiño-Camargo Luis.**—Estado actual de la Bartonellosis (Fiebre Verrucosa. Verruga) en el Continente Americano. Vol. IX, Nº 3, septiembre 1940, Revista de la Facultad de Medicina de Bogotá.
4. **Patiño-Camargo Luis.**—Discurso en la inauguración del Laboratorio Daniel A. Carrión en el Departamento Tropical de la Facultad de Medicina. Bogotá, octubre 5 1941. Rev. de la Facultad de Medicina, Vol. X. Nº 5. 1941.

5. **Rebagliati Raúl.**—Verruga peruana (Enfermedad de Carrión), Imp. Torres Aguirre, Lima, 1940.

6. **Maldonado Angel.**—Comunicación presentada a la Academia Nacional de Medicina, Lima, 1931.

7 **Sánchez Guillermo.**—Historia de la enfermedad de las bubas en Guatemala, Arch. Hosp. Rosales, nbre. 1935, p. 17.

8. **Montalván J. D.**—Un foco de bartonellosis en el Ecuador, Bol. Of. San. Pan., fbro. 1940, p. 154.

9. **Hertig Marshall.**—Cultivo de la Bartonella bacilliformis de un caso de verruga peruana en el Ecuador, Bol. Of. San. Pan., agto. 1940, p. 756.

10. **Otálora Benjamín.**—Informe al Ministro de Higiene. Rev. de Higiene. XX. Nos. 11-12. Bogotá. 1939.

11. **Jaramillo Raúl.**—Contribución al estudio de la Bartonellosis en Colombia. (Enfermedad de Carrión). Tesis. Bogotá. Octubre 1939.

12. **Garzón Manuel.**—Historias clínicas del Hospital de Ancuya e información personal.

13. **Portilla Marcial.**—Historias clínicas del Hospital de Samaniego e información personal.

14. **Ortega J. B.**—Informe sobre la campaña antiepidémica de Samaniego. Rev. de Higiene. XX. Nos. 11-12. 1939.

15. **Groot H., Mayoral P. y Martínez L. E.**—Resumen de observaciones y estudios sobre Bartonellosis. Rev. Facultad de Medicina. X. Nº 5. 1941.

15 a. **Groot H., Mayoral P. y Martínez L. E.**—Bartonellosis y fenómeno de Mooser. Rev. de la Facultad de Medicina de Bogotá. IX. Nº 8. Febrero 1941.

16. **Medina C., Mestanza E., Arce J., Alcedán M., Miranda R. y Montero M.**—La Verruga peruana y Daniel A. Carrión. Lima. 1886. Reprod. en An. Fac. Méd. Lima. Nº extraord. Oct. 1925.

17. **Benavides D. Aurelio.**—Estudio Clínico y Anatomopatológico de las Verrugas y Nódulos subcutáneos de la Bartonellosis humana o Enfermedad de Carrión. Tesis. Bogotá. 1942.

18. **Ribeyro Ramón E.**—Verruga peruana y paratifo B. La Ref. Méd. Lima. Año XVIII. Nº 149 y en La Crón. Méd. Lima. Año 49. Nº 834. 1932.

19. **Odriozola Ernesto.**—La maladie de Carrión ou la Verruga Péruviénne. París. G. Carré et C. Naud, édit. 1898. Citado por Rebagliati.

20. **Samper Bernardo y Montoya Juan Antonio.**—Estudios bacteriológicos y experimentales de un germen aislado en una epidemia de Bartonellosis en el Departamento de Nariño (Colombia). Rev. de la Facultad de Medicina. Vol. IX. Nº 4. 1940.

21. **Arce Julián.**—Fiebre de la Oroya o forma aguda de la Enfermedad de Carrión. Tesis de Lima, 1889. Cita de Brumpt, artículo "Verruga du Perou". Nouvelle Practique Dermatologique. Tome IV. 1936.

22. **Townsend Ch.**—La titira es transmisora de la Verruga. La Crón. Méd. Lima. XXX. Nº 588. 1913. (Cita de Rebagliati).

23. **Battistini T.**—Estudios sobre la Verruga peruana. La Acción Médica. Lima, 5 de enero de 1929.

24. **Noguchi Hideyo, Shannon C., Tilden E. B. y Tyler J. E.**—The insects vectors of Carrion's Disease. The J. of Exp. Med. 1929.

25 **Patiño-Camargo Luis.**—Artrópodos hematófagos de la fauna colombiana. Rev. Fac. Med., jul. 1940, p. 23.

26. **Weiss Pedro.**—Sobre las inclusiones encontradas en los eritrocitos de algunas lagartijas **(Lacertija sp.)** Una nueva bartonella? An. Fac. Med. Lima. 1927.

27. **Escomel E.**—La maladie de Carrion ou Verruga du Perou (Les derniéres acquisitions) Bull. de la Soc. de Path. Ex. XXXI. Nº 7. 1938.

28. **Weinman David and Henry Pinkerton.**—Carrion's Disease. IX. Natural sources of Bartonella in the endemic zone. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. 1937. 37. 587-600.

29 **Maldonado Angel.**—Probable rol de algunas plantas características de las quebradas verrucógenas y utógenas. Lima. Perú. Septiembre 1930.

30. **Weiss Pedro.**—La verruga peruana y el huanarpo. La Crónica Méd. Lima. Año 47. Nº 810. 1930.

31. **Mackehenie D. y Coronado D.**—Plantas reservorios de virus. Contribución al conocimiento de la fitopatogenesis peruana. La Ref. Méd. Lima. Año XIX. Nº 162. 1933.

32. **Patiño-Camargo L., Cifuentes Plinio y Sánchez-Herrera Manuel.**—El primer caso de Bartonellosis (Fiebre Verrucosa del Guáitara o Verruga) en Bogotá. Revista de la Facultad de Medicina de Bogotá. Vol. IX. Nº 6, diciembre 1940.

33. **Maldonado Angel.**—La berruga de los conquistadores del Perú. Academia Nacional de Medicina. Lima. 1931.

34. **Escomel Edmundo.**—Algo sobre el diagnóstico diferencial entre la verruga peruana y el pian. La Crónica Médica. Lima. Año XXV. Nº 476. 1908.

35. **Maldonado Angel.**—Folklore de la verruga en el río Santa Eulalia. La Ref. Méd. Lima. XVIII. 1932.

36. **Kuczynski G. M.**—El cobre y su papel en el proceso carriónico. La Ref. Méd. Lima. XXIV. Nº 289. 1938.

37. **Bernales Sergio.**—An. del Hosp. Lima. III. Nº 4. 1929. (Cita de Rebagliati).

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):56-62, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.567

Evidencia de cazadores especializados en el sitio de La Gloria, Golfo de Urabá

Gonzalo Correal Urrego

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis, Nat. 1983, 15 (58): 77-82.



Gonzalo Correal Urrego (1939)

Es uno de los principales antropólogos de Colombia. Nació en Gachalá (Cundinamarca). Obtuvo su grado en antropología en el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, y de doctor en derecho en la Universidad Libre. Trabajó en la Universidad de Antioquia entre 1968 y 1971, y luego, por espacio de más de 20 años en la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, en donde fue director del Instituto de Ciencias Naturales. Sus investigaciones en antropología, paleontología y arqueología, algunas de ellas en colaboración con el académico Thomas van der Hammen, han tenido gran reconocimiento nacional e internacional. Se centraron en el período precerámico en Colombia (en El Abra, Tequendama, Aguazuque y Tibitó, entre otros sitios arqueológicos). Encontró en El Abra evidencia de asentamientos humanos 12.400 años a. p., uno de los primeros en América del Sur.

El profesor Correal fue honrado con el Primer Premio Nacional de Antropología y Arqueología en 1975, elevado a la categoría de Profesor Emérito de la Universidad Nacional de Colombia en 1983, de Maestro Universitario en 1994 y de Profesor Honorario de la misma Universidad en 1995, en la cual le fue reconocida su trayectoria científica de 40 años con el Premio Vida y Obra en el año 2007.

El presente artículo sobre cazadores especializados en La Gloria (Chocó, Darién colombiano), en inmediaciones del municipio de Acandí, presenta nuevos hallazgos que se enmarcan en los trabajos anteriores del autor sobre la temprana presencia de pobladores humanos en el norte de Suramérica. El trabajo de investigación arqueológica es sistemático y presenta evidencias de poblamiento precolombino que incluyen fragmentos de urnas funerarias y, particularmente, un hacha pulimentada de tipo Clovis, primera de su género en la zona tropical.

Cerca de la casa de la hacienda La Gloria se ubica la Cueva de los Murciélagos. A la entrada, y asociada a tres guijarros de basalto redondeados y fragmentados, encontró un hacha trapezoidal de basalto. El artículo describe en detalle esta hacha, con punta de proyectil tipo “cola de pescado”. Este es el primer ejemplar hallado en Colombia. Se analiza su importancia y su relación con instrumentos similares encontrados en Norteamérica.

Correal Urrego señala que, con base en este hallazgo, habría sido por esa zona por donde se realizó el tránsito de cazadores prehistóricos en dirección norte-sur, desde el Istmo de Panamá hacia la costa norte de Colombia, durante el Pleistoceno.

Encontró también, por medio de procedimientos de arqueología sub-acuática, fragmentos correspondientes a urnas funerarias a 20 metros de la playa.

El análisis arqueológico de la punta lanceolada acanalada de la Cueva de los Murciélagos se presenta en detalle y es un aporte especialmente relevante en la investigación del poblamiento americano. Sobre uno de los bordes presenta retocado por presión y sus rasgos generales muestran su posible utilización como instrumento raspante. El autor afirma que es lógico suponer que los portadores de puntas de lanza acanaladas fueron cazadores superiores, aunque el hallazgo del Darién no muestra asociación específica con megafauna.

Rubén Ardila, Ph.D.
Miembro de número

EVIDENCIA DE CAZADORES ESPECIALIZADOS EN EL SITIO DE LA GLORIA, GOLFO DE URABA

Por GONZALO CORREAL URREGO

Departamento de Antropología
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia

SINTESIS GEOGRAFICA Y UBICACION DEL SITIO ARQUEOLOGICO

Con el nombre de la Gloria (Foto 1) se conoce el sitio localizado en el Depto. del Chocó (Darién chocoano), en el municipio de Acandí, al sureste de esta población. En este sector, se destacan la bahía Gloria y la isla de la misma denominación. El sitio arqueológico la Gloria se localiza entre las coordenadas 8º 15' latitud Norte y 77º 7' de longitud al Oeste de Greenwich; en proximidades del corregimiento de Titumate (aproximadamente 4.5 Km. al S.E. de esta población).

En el sector alternan las superficies planas costaneras con las estribaciones de la Serranía del Darién.

Las principales fuentes hidrográficas que bañan este sector son: los ríos Tislo, Tanelita y caños tributarios del Tanela.

Altura sobre el nivel del mar 4 m.; temperatura media 28ºC.

GEOLOGIA

En el área de bahía Gloria pueden reconocerse rocas volcánicas continentales, principalmente flujos de lodo volcánico y tobas de composición andesítica a dacítica. Entre las unidades litoestratigráficas se diferencian basalto, andesita, chert, radiolarita, limolita y caliza. También son reconocibles rocas sedimentarias de Oligoceno al Plioceno, sedimentos marinos, predominantemente arcillo-arenosos, y localmente conglomerados y calizas.

SUELOS

En el conjunto de los suelos de esta área, pueden diferenciarse abanicos del sector Titumate (Eutropepts, tropopsamment); asociación (TI), ubicada dentro del bosque húmedo tropical (bh-t) que agrupa suelos de relieve plano, eutróficos y con texturas contrastantes, marcadamente influenciadas por los sedimentos arenosos depositados por el mar (Proyecto Darién 1978 pág. 11).

VEGETACION

En sus rasgos generales comprende bosque húmedo tropical (bh-t); de acuerdo con los estudios sobre el área, "esta formación vegetal, ocupa el 24.2% del territorio del Darién encontrándose en el rango de 1.900 a 3.100 mm. de precipitación anual. Entre el nivel del mar y unos 400 metros de elevación, la biotemperatura se mantiene relativamente constante entre 24.5 y 25.0 ºC en la parte seca, y entre 25.0 y 25.3ºC en la parte más húmeda" (Proyecto Darién 1978, pág. 75).

INVESTIGACION ARQUEOLOGICA

Este sector geográfico de la Gloria, ha sido objeto de dos reconocimientos arqueológicos; el primero efectuado durante 1973*, durante el cual se obtuvieron evidencias de poblamiento precolombino que incluyen fragmentos de urnas funerarias, y un hacha pulimentada, cuya correspondencia cronológica y cultural no dudamos en asignar a desarrollos agrícolas tardíos que debieron tener lugar en el litoral hacia los propios albores de la conquista.

Se hallaron también evidencias precerámicas en esta área, durante el primer reconocimiento, y consisten en una punta de proyectil tipo "cola de pescado" obtenida a aprox.80 m. en dirección S.E. de

* El reconocimiento de la referencia organizado por el Ministerio de Educación ICAN, con la colaboracion de la Armada Nacional, tuvo como objetivo primordial la localización de Santa María la Antigua del Darién. Integraron la comisión los Padres Fray Alberto Lee L. y Javier Montoya S., Drs. Mauricio Obregón, Reinaldo Quintero, Hernán Correa, Señor Mauricio Londoño, Señorita Julia Mejía, Señor E. Dumas y el autor de este artículo.

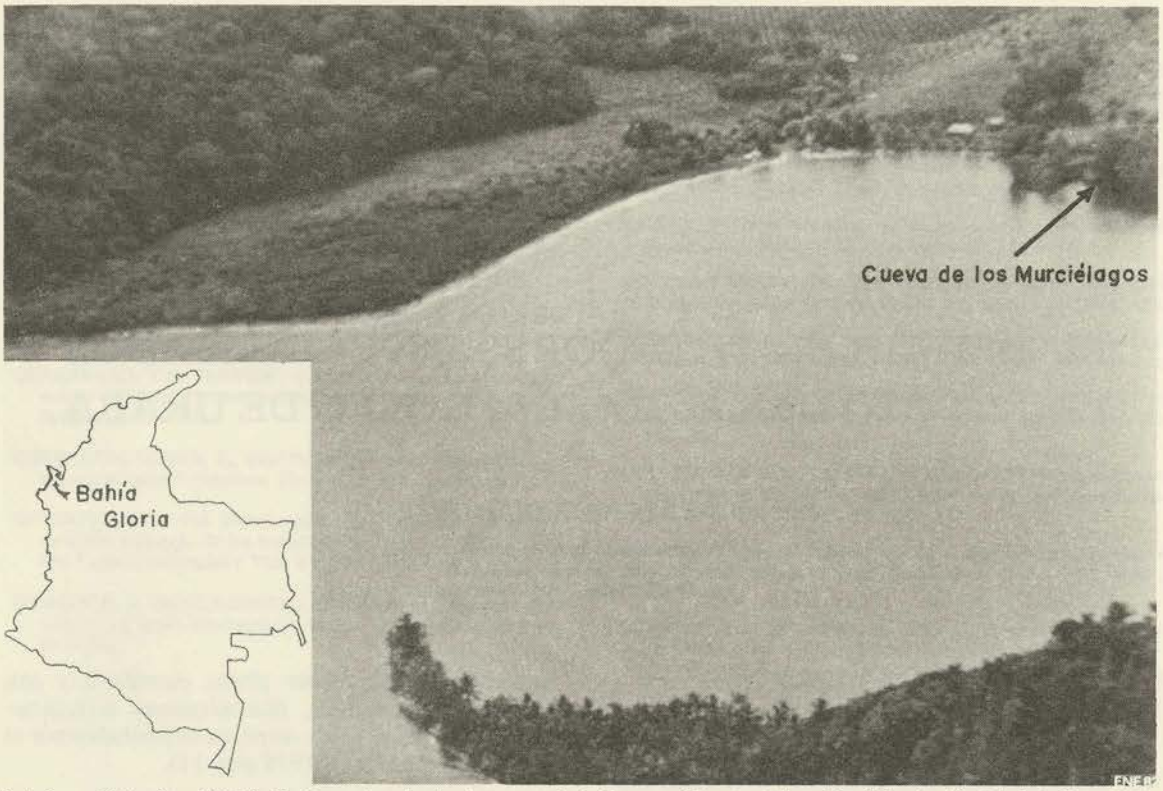


Foto 1. Vista aérea de bahía Gloria, mostrando el extremo sur de la isla y parcialmente el dique. En el litoral está señalada la Cueva de los Murciélagos.

la casa de la hacienda "La Gloria", en un playón en el que abundan guijarros de cuarzo, andesitas y basaltos. Durante esta primera exploración fue localizada a unos 60 m. al NW de la casa de la hacienda, una cueva de origen natural producida por la acción de las aguas sobre las rocas de origen volcánico y por la exfoliación de éstas. Esta formación espeleológica conocida hoy como "Cueva de los Murciélagos", presenta las siguientes características:

Anchura de la entrada 4.40 m.
Altura promedio en el sector de la entrada 4 m.
Longitud total 14 m.
Longitud de la bóveda 6 m.
Altura promedio de la bóveda 2.5 m.

En desarrollo de esta inicial prospección, se efectuaron varios sondeos, hasta 10m. de la entrada de la cueva, llegando al suelo rocoso basal, a poca profundidad (0.50 cm.). Un test arqueológico consistente en una cuadrícula de 2 x 2m., dividida en 4 sub-unidades de un metro cada una para efectos de control, junto a la entrada nos permitió determinar 2 unidades estratigráficas en este sector de la cueva: 1. arenoso-pardusco, 2. arenoso-gris. Estas unidades, reposan inmediatamente encima de la roca. Un perfil en la cámara de la cueva practicado durante un segundo reconocimiento (Noviembre de 1981), que se efectuó en desarrollo del plan de estudios Medio Ambiente Pleistocénico y Hombre Prehistórico en Colombia, que actualmente desarrolla el Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional, con el apoyo financiero de la Fundación Arqueológica del Banco de la República, nos permite establecer la siguiente estratigrafía:

0-45 cm. arenoso pardusco
45-55 cm. arenoso gris
55-70 cm. arcilloso amarillento
70-80 cm., grisáceo hasta roca.

A la entrada de la cueva, y asociada a tres guijarros de basalto redondeados y fragmentados, producidos por exfoliación de la roca, fue localizada un hacha trapezoidal de basalto cuyas características son las siguientes:

Dimensiones:
Longitud: 115.9 mm.
Ancho máximo: 53.1 mm.
Espesor: 26.2 mm.

Este artefacto, presenta filo arqueado, cabo ligeramente redondeado, sección rectangular, superficie bien pulimentada, y corresponde a la clasificación centrada (García Cook 1967, pág. 100).

Durante esta primera visita, se pudo reconocer un dique de piedra que se extiende desde el extremo sur de la isla Gloria hasta el litoral (Foto 1); de acuerdo con el concepto del Dr. Reinaldo Quintero (Geomorfólogo), esta formación es de carácter natural. Un reconocimiento de arqueología sub-acuática, efectuado en la bahía hasta 20 m. de la playa, nos permitió recolectar algunos fragmentos cerámicos correspondientes a urnas funerarias; unos pocos fragmentos óseos se encontraban asociados a uno

de estos elementos, dentro de la arena: esta situación, nos está indicando que cuando se practicaron los enterramientos secundarios en el sitio, la línea de la costa se encontraba más hacia afuera.

Durante la segunda exploración en la "cueva de los Murciélagos" pudimos reconocer otra punta de proyectil, en el sector de la cámara de esta cueva; en este caso se trata de una punta de proyectil lanceolada, asociada al estrato arcillo-amarillento.

Descripción de la punta de proyectil, tipo "cola de pescado" (Foto 2, a,b). En sus rasgos generales este artefacto recuerda el tipo de puntas de lanza "cola de pescado" descritos por Bird y Cook (1977 figs. 4-7).

fueron favorables para el desplazamiento de grupos de cazadores hacia nuestro territorio durante el Pleistoceno.

Lynch (1976-78) siguiendo las tesis de Sauer sugiere la existencia en el lado pacífico del istmo, de un corredor seco que habría permitido el acceso a Suramérica. Por otra parte, especialmente al noroeste del continente y en la selva amazónica, vastas áreas de selva tropical se habían cubierto de vegetación tipo sabana. Lothrop (Salazar 1979 p. 14), ha sugerido el establecimiento de bosque montano en la región del Darién, lo cual habría facilitado el paso del hombre a Suramérica. Aunque no se cuenta allí tampoco con abundante material, la escacés de estos elementos hace que cada hallazgo sea con-



a



b



Foto 2. Puntas del Darién (bahía Gloria). a y b - Cola de pescado.

Material: chert
Longitud estimada: 66 mm.
Longitud incompleta: 58 mm.
Anchura máxima: 40 mm.
Espesor hacia el extremo distal: 40 mm.
Ancho de la hoja en la ruptura: 24 mm.
Grosor en el centro de la hoja: 6 mm.
Grosor maximo: 61 mm.
Grueso máximo en el área basal: 52 mm.
Tamaño de la lasca de acanalamiento: 17 x 16
Peso en gramos: 15.

Este artefacto muestra retoques por presión tanto en el borde como en el hombro, y porción conservada del pedúnculo (Foto 2 a-b).

La importancia de este hallazgo radica en que representa para Colombia el primer ejemplar de puntas de "cola de pescado", con una procedencia geográfica exacta; su proximidad al territorio panameño, sugiere la difusión de esta tradición de puntas de proyectil desde el istmo hacia nuestro territorio; como bien se sabe, las condiciones geográficas

siderado con el máximo interés, como señalan Bird y Cook (1977, pág. 1) refiriéndose a las áreas por ellos estudiadas:

"En América Central, sin embargo, se han encontrado tan raras veces restos culturales pertenecientes a la época paleoindia que cada hallazgo, cada pedacito de evidencia merece considerarse".

En cuanto a los orígenes de esta tradición de puntas de proyectil acanaladas señala Schobinger:

"Lo que se inclinan a creer todos los investigadores, a base de la típica acanaladura (en una sola o en ambas caras) artificio que exigía gran habilidad, destinado a facilitar el firme enmangamiento del proyectil, es que en último caso este "horizonte" se enraíza con el complejo Llano de los Estados Unidos, o por lo menos, que las puntas constituyen un derivado de las Clovis. Lynch, por ejemplo, dice que "las puntas acanaladas de El Inga son, en realidad, más parecidas a las puntas Clovis que lo que tenemos derecho a esperar, teniendo en cuenta la distancia que media entre ambos grupos. Me re-

sulta inconcebible que no estén íntimamente relacionados tanto cultural como cronológicamente". (1967 a, p. 19). Diversos hallazgos de puntas acanaladas *fluted points,* semejantes algunas a Clovis y otras más bien a folsom, han sido hechas en México, Guatemala, Honduras y Costa Rica. La serie más interesante procede de recolecciones efectuadas en las márgenes del lago La Alajuela, embalse situado al este del Canal de Panamá. Un ejemplar entero y dos rotos muestran acanaladuras; el primero es una hermosa pieza que en su forma y tamaño constituye un intermedio entre las puntas Clovis y las de El Inga, mientras que una de las otras se asemeja definitivamente a estas últimas". (Schobinger, 1969 pág. 116).

Este mismo autor (Schobinger 1969, p. 116), plantea como hipótesis de trabajo, el hecho de que mientras buena parte de los cazadores de la cultura Llano, durante el X milenio, se expandieron hacia el Este y Noreste de los Estados Unidos siguiendo probablemente su fauna preferida (elefantes), y hacia el Suroeste, donde yacimientos como Lehner y Naco, han sido fechados hacia 9.200 a. J., otros grupos se dirigieron hacia el "embudo" centroamericano y penetraron en Suramérica, llegando ya en el IX milenio una importante avanzada hasta el sur de la Patagonia.

Aunque el origen de la invasión del acanalado no se encuentra totalmente dilucidado como señala Krieger (1974, p. 93), Mason (1962) se inclina en favor de la región central de los Estados Unidos, porque allí las puntas clovis son más frecuentes; Wilthoff (1954) cree que los ejemplares más antiguos deben proceder de Pensilvania de acuerdo con Krieger (1974 p. 92) aunque no puede afirmarse nada con seguridad en lo que refiere al origen de la tarea del acanalado, debe abandonarse la antigua creencia según la cual habría sido introducida desde Asia vía Alaska, por el simple motivo de que no se le encuentra en Asia. Para Krieger (1974, p. 92) "se trata de una invención americana, pero cuyo punto de origen no puede todavía ser determinado".

En lo que refiere a ejemplares centroamericanos, señalan Bird y Cook (1977: 3) la sustancial semejanza entre ejemplares procedentes de Guatemala, Costa Rica y Panamá a los cuales se les puede clasificar junto con las puntas clovis de Norte América, no obstante algunas diferencias apreciables como mayor estrechez en la base, en los ejemplares Centro Americanos. "A excepción de dos especímenes del tipo clovis, señalan los mismos autores (Bird y Cook 1977 pág. 15), todas las puntas acanaladas de Panamá se asemejan a las de pedúnculos en forma de "cola de pescado" encontradas en el Inga Ecuador a las de las cuevas Fel y Pallí Aike, cueva del estrecho de Magallanes (Bird 1946 y 1969); a otros similares encontrados en Uruguay, al sur del Brasil y Argentina (Schobinger, 1973) y al único especimen del Perú".

Aunque hasta la actualidad no han sido halladas en Centro América puntas de proyectil asociadas a megafauna, cree Bird (1977, p. 22) que la poca evidencia centroamericana concuerda todavía con la migración repentina de cazadores de la megafauna del Pleistoceno desde más al norte, entre 10.000 y 9.000 años a.C.

Es lógico suponer que los portadores de puntas de lanza acanaladas en nuestro territorio, fueron cazadores superiores, aunque el hallazgo del Darién no muestra asociación con megafauna.

En lo que relaciona con la posible cacería de megafauna en territorio Panameño, señalan Bird y Cook (1977, p. 22): "El hecho de que algunas de las puntas de lanza acanaladas encontradas en el lago Alajuela, hayan sufrido roturas durante su uso, indica que a fines de la época del Pleistoceno a orillas del río Chagres, un grupo de cazadores de número indeterminado perseguía animales grandes".

En síntesis, el hallazgo del Darién nos muestra correspondencias tipológicas entre N.A., centroamérica y el sur del continente americano; el hecho de la vecindad del sitio de la Gloria a territorio Panameño, hace posible el tránsito de cazadores en dirección norte sur, desde el istmo de Panamá hasta nuestra costa norte de Colombia, durante el Pleistoceno, dada la ocurrencia de condiciones geográficas favorables a las cuales hicimos mención anterior.

Estos grupos de cazadores pueden ser referidos por lo menos provisionalmente al estadio Paleoindio. Las características del Darién y sus posibilidades arqueológicas, exigen un incremento de las investigaciones en esta región, dadas sus perspectivas, en lo que refiere al esclarecimiento de los restos de migración y características culturales de nuestros primeros pobladores.

Descripción de la punta lanceolada acanalada de la cueva de los Murciélagos (Foto 3 c-d)

Material: Chert
Longitud estimada: 84.9 mm.
Anchura máxima sobre las aletas: 34.6 mm.
Anchura de la base del pedúnculo: 14 mm.
Espesor máximo: 7.5 mm.
Espesor de la acanaladura del pedúnculo: 65 mm.
Tamaño de las lascas de acanalamiento:
a) 34 x 26
b) 43.5 x 10.2

Este artefacto (ver Foto 3 c-d) presenta bordes convergentes rectilíneos, aletas cortadas rectas, pedúnculo con bordes paralelos rectilíneos (ligeramente convergentes) y extremo cóncavo. Hacia los bordes presenta retoques por presión, lo mismo que hacia el hombro y el pedúnculo; sobre uno de los bordes, el artefacto presenta retocado por presión y sus rasgos generales muestran su posible utilización como instrumento raspante.

HALLAZGOS SIMILARES EN COLOMBIA

Puntas de proyectil lanceoladas, provenientes de hallazgos ocasionales han sido anteriormente descritas y figuradas (Reichel Dolmatoff 1965 p. 46);

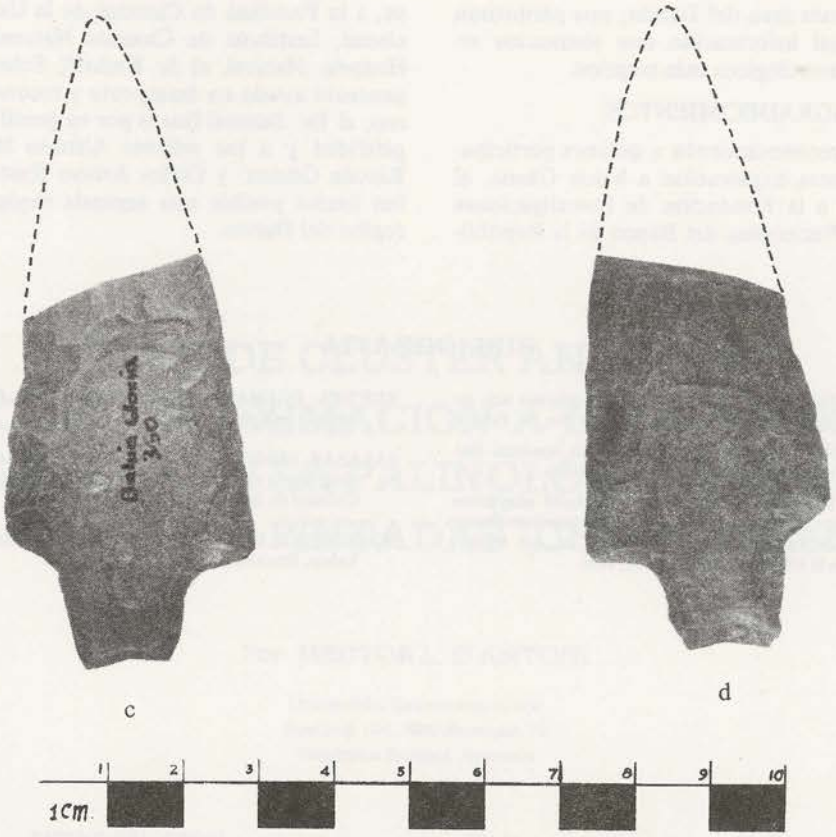


Foto 3. Puntas del Darién (bahía Gloria). c y d - Lanceolada.

quien menciona entre otras una punta elaborada en flint, hallada cerca del Espinal en el Depto. del Tolima, en una capa de arcilla de más de 7 mts., de arena y ceniza volcánica (Reichel Dolmatoff 1965 p. 46).

Este ejemplar, tallado mediante percusión controlada muestra lados poco acerrados y retoques oblicuos paralelos, con rasgos superficiales semejantes a los señalados para las puntas Norteamericanas llamadas Angostura (Reichel Dolmatoff 1965 p. 147). La punta de proyectil lanceolada encontrada en la cueva de los Murciélagos (golfo del Darién), concuerda en sus rasgos superficiales con un ejemplar proveniente de la Cordillera Occidental, en la localidad de Restrepo (Valle). Este ejemplar, tallado bifacialmente por percusión muestra además retoques secundarios irregulares hacia los bordes (Reichel Dolmatoff 1965 p. 147). Estos rasgos junto con las acanaladuras y características del pedúnculo, también muestran la afinidad tipológica de estos elementos. Hemos podido comparar este ejemplar con dos artefactos hallados en la superficie y ocasionalmente provenientes del Depto. de Antioquia, los cuales muestran características muy similares. Particularmente el ejemplar 26.41 proveniente de la región del río Niquía, Depto. de Antioquia, que reposa en el Museo de la Universidad. Estos elementos son actualmente objeto de estudio por el arqueólogo Gerardo Ardila.

SINTESIS Y CONSIDERACIONES FINALES

El hallazgo de una punta de proyectil tipo "cola de pescado", en el golfo del Darién, bahía Gloria (Colombia) tanto por los rasgos tipológicos concordantes con elementos provenientes de Centro América, como por su propia ubicación geográfica próxima a territorio Panameño, sugiere el ingreso de cazadores superiores paleoindios desde aquellas áreas hacia territorio colombiano probablemente desde tiempo del Pleistoceno Tardío, período durante el cual como fue señalado, se dieron condiciones favorables para el tránsito humano a través del Istmo de Panamá. El hallazgo de otro tipo de punta de proyectil, en este caso lanceolada, proveniente de la cueva de los Murciélagos "bahía Gloria", nos está indicando la ocurrencia de una tradición lítica aparentemente posterior; artefactos de este tipo, han sido registrados en el Depto. de Antioquia y Depto. del Valle (Restrepo), aunque la punta lanceolada del Darién, no se encontró asociada a otros elementos arqueológicos que hicieran posible su interpretación dentro de un contexto cultural más amplio, y no se obtuvieron en la unidad estratigráfica a la cual se encuentra asociada, elementos que permitan su datación mediante Radio-Carbón, sus características tipológicas nos permiten provisionalmente asignarla a tiempos precerámicos.

Sólo la continuidad de los trabajos arqueológicos sistemáticos, que hemos proyectado para un próxi-

mo futuro en esta área del Darién, nos permitirán ampliar la actual información con elementos arqueológicos y cronológicos más amplios.

AGRADECIMIENTOS

Además del reconocimiento a quienes participaron en la primera exploración a bahía Gloria, el autor agradece a la Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la República, a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional, Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, al Sr. Rudolff Schrimpff, por su generosa ayuda en transporte y reconocimiento aéreo, al Dr. Samuel Isaacs por su gentil ayuda y hospitalidad y a los señores Alfonso Marín, Nelson Rincón Gómez y Carlos Arturo Restrepo, por haber hecho posible una segunda exploración a esta región del Darién.

BIBLIOGRAFIA

BIRD JUNIUS & COOK RICHARD. 1979. Los artefactos más antiguos de Panamá. Rev. Nacional de Cultura No. 6, Panmá.

KRIEGER D. ALEX 1974. El hombre Primitivo en América. Ediciones Nueva Visión SAIC. Buenos Aires, Argentina.

LYNCH, THOMAS F. 1976. The Entry and post-glacial adaptation of Man in Andean South America. En habitats humanis antérieurs a L'Holocene en Amérique, James B. Griffin, ed., pp. 69-100 IX e Congrés de la UISPP, Colloque XVII, Nisa.

REICHEL DOLMATOFF, GERARDO 1965. Colombia ancient peoples and places. Hudson, London.

SALAZAR, ERNESTO 1979. El hombre temprano en la región del Ilalo Sierra del Ecuador. Publicaciones del Depto. de Difusión Cultural de la Universidad de Cuenca.

SCHOBINGER JUAN 1969. Prehistoria de Suramérica. Editorial Labor, Barcelona.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):63-79, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.587

Apuntes etnográficos sobre los indios del alto Sinú

Gerardo Reichel-Dolmatoff

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1963, 12 (45): 29-40.



Gerardo Reichel-Domatoff (1912–1994)

Reichel-Domatoff llegó a Colombia en el año 1939 procedente de su nativo país Austria y ya en 1941 se había vinculado al Instituto Etnológico Nacional dirigido por el profesor Paul Rivet. Desde allí contribuyó en la formación de los primeros antropólogos del país y sus investigaciones dieron a conocer tanto valiosos aspectos sociales y culturales de varios de los grupos indígenas de Colombia, como del pasado prehispánico del país.

Entre sus trabajos se destacan los estudios etnográficos realizados sobre los indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta (Kogis, Kankuamo e Ijka), de aquellos del Chocó (Emberá) y de la Amazonía (Desana).

En arqueología abarcó una visión regional de la Costa Atlántica y destacó en sus estudios la geografía y el ambiente en el devenir de las sociedades de tal área del país. Igualmente llevó a cabo observaciones referentes al cambio con sus transformaciones y permanencias correspondientes. En el desarrollo que hiciera de su disciplina, dio especial relieve al papel de la historia y de la etnografía para comprender tanto el pasado como el presente.

Información suplementaria: http://www.accefyn.org.co/sp/academicos/Silla_15_Gerardo_Reichel_Dolmatoff.htm

En este artículo Reichel-Dolmatoff llevó a cabo un estudio etnográfico sobre la comunidad indígena Emberá del alto rio Sinú. El autor llegó a esta región con el interés de continuar con las investigaciones arqueológicas que ya había realizado en la zona aluvial del río Sinú, así como en Ciénaga de Oro y Momil.

Las descripciones realizadas sobre el diario vivir de tal grupo están llenas de detalle. La observación es profunda y pareciera que estuviera explicando hasta el más mínimo elemento en la pintura de un cuadro. Este antropólogo lleva al lector de la mano para conocer como era el espacio habitado, las casas, como se almacenaban los objetos, los alimentos, y los usos que daba al espacio cada miembro de la familia.

Además, contempló la división sexual del trabajo y la forma cómo realizaban las distintas actividades: pescar y preparar alimentos, entre otras. No podía quedar por fuera de su mirada, el comunicar como era la organización social de la comunidad: las relaciones entre los diferentes miembros de familia, quien ostentaba el poder, cuales eran las relaciones de parentesco y, adicionalmente, quien manejaba los temas de enfermedad y curación.

Cabe resaltar en este texto algo que queda entre líneas en la perspectiva del dibujo y del mapa, cual es la visión que tuvo este investigador al esbozar un método de investigación por el que invita a construir en los análisis del registro arqueológico un puente entre el pasado y el presente. Se trata de la analogía etnográfica que permite entender como en las excavaciones arqueológicas, se observan rasgos de casas o de actividades, se anota la distribución de restos de utensilios, y la acumulación de basuras, entre otras cosas.

Este artículo fue valioso ayer y lo es hoy. Es un ejemplo corto, concreto, de un estudio etnográfico que incorpora no sólo la descripción de la comunidad Emberá en su dimensión social y cultural, sino que para su comprensión integra, además, el espacio geográfico y el entorno vital.

Ana María Groot Sáenz. M. Sc.
Miembro Correspondiente

APUNTES ETNOGRAFICOS SOBRE LOS INDIOS DEL ALTO RIO SINU

GERARDO REICHEL-DOLMATOFF
Instituto Colombiano de Antropología

Entre 1955 y 1960 efectué una serie de exploraciones arqueológicas en la hoya del río Sinú, Departamento de Córdoba, labor sobre cuyos resultados ya he informado en algunas publicaciones (*Reichel-Dolmatoff,* 1956; 1957). Al extender, en 1957, estas investigaciones a la zona de las cabeceras del río, tuve la ocasión de convivir por corto tiempo con un grupo de indígenas establecidos en esta región y de hacer entre ellos algunas observaciones de carácter etnográfico, las cuales están contenidas en el presente artículo. Puesto que el objetivo de mi viaje era la exploración arqueológica de esa zona, mis contactos con los indios fueron limitados pero, ya que se trata de un grupo étnico muy poco conocido, creo que las notas que presento a continuación, tengan cierto interés para los estudios etnológicos. Desde luego debo advertir que estas anotaciones no aspiran ser más que una muy somera presentación de algunos pocos rasgos culturales, que pude observar con ocasión de ese viaje.

Exploraciones previas

Los indios que actualmente habitan en las cabeceras de los ríos Sinú y San Jorge, constituyen un grupo aislado de los *Emberá,* tribu muy extendida en el Departamento del Chocó y en algunas regiones de Antioquia (*Reichel-Dolmatoff,* 1960). Aunque la existencia de este grupo septentrional era conocida desde hace mucho tiempo, nunca había sido objeto de estudio y las pocas referencias que se encuentran en la literatura, mencionan sólo muy superficialmente algunas características culturales de estos indios.

A fines del siglo XVIII el misionero franciscano P. José Palacios de la Vega convivió por algún tiempo con los indios de la Quebrada de San Cipriano, un afluente occidental del alto río San Jorge, y a su pluma debemos un vivo relato de sus experiencias, contenido en un diario de viaje, redactado en los años de 1787 a 1788 (*Reichel-Dolmatoff,* 1955). A mitades del siglo pasado, el ingeniero francés Louis Striffler, visitó la parte baja de las cabeceras de ambos ríos: Sinú y San Jorge, e incluyó algunas notas sobre los indígenas en sus publicaciones posteriores (*Striffler,* 1857a; 1875b). Aproximadamente en la misma época se publicaron dos cortos vocabularios tomados en el alto río Sinú (*Ernst,* 1878; *Simons,* 1887). En el presente siglo los indios de esta región fueron visitados por el ictiólogo sueco George Dahl, (*Dahl,* 1940), una novela, inspirada en los indígenas del alto Sinú, apareció en la misma época (*Exbrayat,* 1944); estas publicaciones contienen pocos datos de interés etnológico.

La única fuente reciente que ofrece una serie de informaciones válidas sobre los indios del alto Sinú, es el estudio de B. Le Roy Gordon (1957) sobre la geografía y ecología de la hoya del Sinú, basado en investigaciones efectuadas entre 1950 y 1952. Gordon dedica un capítulo de su obra a los indígenas actuales y trae datos sobre su demografía y economía, que constituyen el aporte más importante que se haya hecho al conocimiento de este grupo aborigen. Sin embargo es evidente que todavía falta un estudio detallado de esta tribu que, como se dirá más adelante, está rápidamente perdiendo su identidad cultural. Las presentes notas son pues apenas una somera introducción a dicha tarea.

Grupos indígenas y su habitat

La gran llanura aluvial del río Sinú se extiende hacia el Sur aproximadamente hasta la población de Tierra Alta, a poca distancia al Norte de la cual se levantan las primeras estribaciones de la Serranía de San Jerónimo (véase croquis). Uno de los contrafuertes más prominentes de esta serranía es el Cerro de Murrucucú, rodeado en el Sur por las cabeceras del río Sinú, y limitado en el Este por las del río San Jorge. Los dos ríos nacen muy cerca el uno del otro, en las faldas orientales del Cerro de Tres Morros, ya en el Departamento de Antioquia, pero mientras que el Sinú corre aproximadamente hacia el Norte, para desembocar en el Mar Caribe, el río San Jorge se dirige hacia el Noreste y desemboca en el río Cauca después de haber atravesado las tierras bajas de las Sabanas de Bolívar. La Serranía de San Jerónimo forma el divorcio de aguas entre las dos hoyas quedando la del Sinú delimitada en el Oeste por la Serranía de Abibe, y la del San Jorge, en el Este, por la Serranía de Ayapel. A través de esta zona montañosa constituída por las estribaciones septentrionales de las Cordilleras Occidental y Central, se extiende un cinturón de lluvias que se inicia en el Sur del Golfo de Urabá y llega, en el Este, al extremo norte de la Serranía de San Lucas, ya cerca del río Magdalena. Las cabeceras de los ríos Sinú y San Jorge caen pues dentro de esta zona de selva pluvial y es allí donde se encuentra el actual habitat de estos indios.

Subiendo el río Sinú de Tierra Alta hacia las cabeceras, se llega a unos 40 kms. a la Angostura de Urra, estrecho de unos 500 mts. de largo, por el cual el río se abre paso por entre las colinas, para entrar luego a la llanura; en este punto el biotopo cambia totalmente. Río abajo queda la planada aluvial con sus potreros y suaves colinas cubiertas de rastrojos, mientras que río arriba, hacia las serranías, se abre un paisaje de selvas exuberantes y de ríos y quebradas encajonadas entre rocas y barrancos. A poca distancia arriba de la Angostura de Urra se halla el pequeño caserío de Frasquillo y a unos 6 kms. de allí se llega a Tucurá, el centro de la colonización criolla que ha penetrado en un época reciente al pequeño valle que se abre detrás de la angostura. Subiendo de Tucurá río arriba se encuentran algunas casas y aún pequeños caseríos que forman el avance más meridional de la colonización: Táparo, Naín, El Limón, Socorrer; algunos colonos viven sobre el río Verde, ante todo en la región del caserío Saisa.

De la desembocadura del río Verde en adelante se cierran nuevamente las colinas y al llegar a la Quebrada Crucito, a unos 15 kms. de Tucurá, se forma una nueva

angostura, o mejor dicho una serie de estrechos, con rápidos y pasos correntosos por entre las rocas. Este trecho alcanza a tener unos 8 kms. de largo y ofrece un obstáculo bastante grande para penetrar al territorio indígena que comienza de ahí en adelante. A la salida de la segunda angostura se abre nuevamente un valle bastante amplio, formado por las hoyas de las dos cabeceras principales del Sinú: el río Esmeraldas y el río Manso.

Al tratar de la distribución de la población indígena, puedo basar mis datos en observaciones personales sólo en lo referente a los ríos Verde, Esmeraldas y parte baja del río Manso, mientras que para las demás regiones debo dar crédito a las informaciones obtenidas de los mismos indígenas. Respecto al territorio indígena de las cabeceras del río San Jorge utilizo aquí algunos datos que fueron puestos a mi disposición por el Profesor George Dahl, así como otros que me suministraron los indios del alto Sinú, en 1957.

TABLA I

DISTRIBUCION DE LA POBLACION INDIGENA

Cabecera	Río o quebrada	Casas habitadas	Nº aproximado de indios
Sinú	Q. Pulgas (r. Verde)	3	24
Sinú	bajo río Verde	2	20
Sinú	Q. Chocó (r. Verde)	2	20
Sinú	Q. Crucito	4	35
Sinú	Q. Cruz Grande	3	28
Sinú	río Esmeraldas	20	200
Sinú	Q. Ventana	5	60
Sinú	Q. Salvajín	5	50
Sinú	Q. Cachichí	3	35
Sinú	Q. La Pita	3	30
Sinú	Q. Caimán	8	100
Sinú	Q. Guarumal	4	45
Sinú	otros lugares	20	200
San Jorge	Q. Tolobá	3	30
San Jorge	Q. San Cipriano	3	30
San Jorge	río Sucio	10	100
San Jorge	Q. El Salado (r. San Pedro)	3	40
San Jorge	r. San Juan (r. San Pedro)	7	80
San Jorge	Q. San Pedrito (r. Uré)	2	20
San Jorge	Q. San Antonio (r. Uré)	5	60
San Jorge	Q. Batatal (r. Uré)	2	20
San Jorge	Q. Barrigona (r. Uré)	3	35
San Jorge	otros lugares	10	100
afluente del río Cauca	río Man	3	30
afluente del río Cauca	río Tarazá	5	50
		131	1.242

Estos datos son algo deficientes, sobre todo en lo que se refiere a la parte alta del río Manso y del Sinú propiamente dichos, y a los nacimientos del río San Jorge, es decir a la zona del Cerro Paramillo, aproximadamente entre Ituango y Dabeiba en Antioquia.

Aquí cabe añadir un dato que puede ser de interés: según dicen los indios del río Esmeraldas, existe en las montañas de las vertientes meridionales del Cerro de Tres Morros, otra tribu indígena que no se relaciona con los Emberá de los ríos Sinú y San Jorge. Los indios aseguran que se trata de pequeños grupos semi-nómades, muy tímidos y nada agresivos, que vagan por las montañas, donde son vistos ocasionalmente por grupos Emberá que van en excursión de caza. Aquellos otros indios hablan aparentemente un idioma diferente al de los Emberá y generalmente huyen al primer contacto. Ya que esta información fue dada por varios individuos que dijeron haber sido testigos de tales encuentros, bien puede ser que en esas selvas exista aún una tribu hasta ahora desconocida.

Los Emberá de los ríos Sinú y San Jorge parecen tener poco contacto con los grupos Catío de Antioquia. En efecto, ellos forman en la actualidad un grupo aislado del gran tronco Emberá, y separado probablemente ya desde hace muchos años de las tribus que aún sobreviven hacia el Suroeste de su territorio. Es muy posible que en épocas pasadas el habitat Emberá se extendiera considerablemente más hacia el Norte y los criollos de las orillas de la Ciénaga de Betancí afirman que, hace unos 80 años, los indios del alto Sinú tenían aún algunas viviendas en la margen meridional de la ciénaga, de donde se retiraron sólo bajo la creciente presión de los colonos. En efecto, la toponimia de la región entre Tierra Alta y el actual habitat indígena contiene varios nombres que son netamente emberá, como por ejemplo: *tukurá* (loma), *táparo* (*Orbignya cuatrecasana?*), Chibogadó, y otros.

Pautas de poblamiento

En el río Sinú, la segunda angostura forma un límite bien definido entre el territorio indígena y las tierras río abajo, que están ocupadas por los campesinos criollos, los "libres", como dicen los indios. Las accidentadas colinas que se extienden a la altura de la angostura de Oeste a Este, constituyen pues una barrera, una tierra de nadie, y en ningún caso hay convivencia entre los dos grupos étnicos excepto en las pocas ocasiones cuando un viajero o cazador de un grupo va de paso y pide posada en una casa del otro grupo. En el río San Jorge en cambio, la situación es algo diferente pues allí los criollos han penetrado profundamente al territorio indígena y en algunas zonas se encuentran ya establecidos en casas vecinas.

Como ocurre también en el Chocó, los Emberá del Sinú no viven en poblaciones nucleadas, sino ocupan casas dispersas que se escalonan a lo largo de los ríos y quebradas, distando la una de la otra varios kilómetros. A veces, debido a ciertas ventajas del terreno o a un parentesco entre los ocupantes, estas distancias disminuyen y se encuentran entonces pequeñas agrupaciones algo más densas de viviendas, pero como regla general las casas están separadas y los mismos indios consideran esto como una ventaja. Cerca de la confluencia del río Esmeraldas con el río Manso, existe un pequeño grupo de seis casas vecinas, pero aquí se trata de un caso excepcional pues todas las viviendas están ocupadas por los miembros de una sola familia extensa cuyo progenitor, el viejo indio *Yarí,* vive allí rodeado de las familias de sus hijos.

Las casas indígenas no se construyen directamente sobre la orilla de los cursos de agua sino a unos 100 a 200 mts. de ésta, sobre un terreno algo elevado, con preferencia una pequeña loma, y además se busca siempre la cercanía inmediata de un riachuelo afluente. El río es la gran vía de comunicación y ya que los indios van y vienen continuamente con sus canoas o balsas cargadas, es importante que la vivienda quede cerca. También la orilla del río inmediata a la casa, es el lugar donde se efectúan ciertos trabajos diarios, donde se bañan adultos y niños, donde las mujeres lavan la ropa y los enseres y donde se forman a veces pequeños grupos de adultos para charlar o descansar. A lo largo de la orilla y luego más distante de ella, llevan pequeños senderos que comunican los embarcaderos y las casas. Esta pauta de poblamiento, por cierto corresponde en detalle a la observada en toda la zona indígena del Chocó y de la Costa Pacífica en lo general.

La casa y sus anexos

Tanto los Emberá como los criollos emplean la palabra quechua *tambo* para designar las casas indígenas aunque la palabra aborigen es *de*. Todos los tambos están construídos sobre pilotes, de manera que el piso propiamente dicho de la vivienda queda a unos 2 mts. sobre el terreno natural (Fig. 2). La base de la construcción la forman cuatro o seis horcones gruesos, muy fuertes, distribuídos en cuadrilátero, y que se extienden a través de toda la casa, desde la tierra hasta donde vienen a sostener el armazón del techo. Fuera de estos horcones hay entre 20 y 30 postes o estacas más cortas, que sostienen el piso de la vivienda y que están dispuestas a distancias irregulares. Este piso consiste en largos trozos de palma de chontaduro (*Guilielma gasipaes* Bailey) que, puestos paralelos y descansando sobre una serie de fuertes vigas horizontales, forman un suelo algo elástico pero muy resistente. Según la forma del techo y la cantidad de horcones principales, se pueden distinguir dos tipos de casa: en el primero, y que parece ser el tipo de construcción más antiguo, se trata de casas de cuatro horcones sobre cuyos extremos superiores, provistos de profundas muescas, yacen las vigas que forman nuevamente un cuadrilátero. De ahí hacia arriba sin embargo la construcción es redondeada y el techo adquiere una forma cónica que está sostenida por varios anillos de espartos gruesos que, junto con las vigas laterales, soportan las varas del techo. Estas varas están unidas por múltiples varillas delgadas, puestas paralelas horizontalmente y son éstas las que forman la base para el techo de hojas de bijao (*Heliconia* sp.) o de iraca (*Carludovica* sp.). El segundo tipo de casa cuenta generalmente con seis horcones principales y tiene entonces una planta algo alargada. El techo es de forma ovalada y muestra además una corta quilla longitudinal. Este tipo de casa es evidentemente ya una transición a la casa rectangular con techo de dos aguas, tal como la construyen los campesinos criollos.

Pero por lo demás, los dos tipos de construcción coinciden en casi todos los detalles. En ambos tipos de casa se acostumbra construir una o varias plataformas laterales, algo elevadas, que sirven de noche como dormitorios y de día como lugares de descanso o de quehaceres caseros. Estas plataformas tienen una extensión de aproximadamente 2 x 3 mts. y consisten de un piso de chontaduro que se levanta unos 25 a 30 cms. sobre el nivel del piso central. A veces una de estas plataformas sirve también para depositar alimentos o una variedad de utensilios caseros tales como canastas, ollas, leña seca o herramientas de trabajo. Las casas carecen de paredes pero ya que el techo es muy bajo y sobresaliente, el interior de la vivienda se encuentra protegido de la intemperie.

Los diversos espacios de la vivienda se distribuyen en la forma siguiente: debajo de la casa, es decir en el amplio espacio entre los horcones y soportes que sostienen el piso, se construye generalmente un pequeño chiquero de estacas donde se guardan de noche los cerdos; las gallinas también ocupan este lugar donde, además, se guardan leña, canoas que no están en uso, canaletes, varas y materiales de construcción tales como horcones, vigas u hojas de palma. La parte de la vivienda propiamente dicha se divide en varios sectores, según su uso diurno o nocturno. El piso central, aproximadamente rectangular, queda libre durante el día pero durante la noche duermen en él algunas personas. Hacia un lado se encuentra el fogón, constituído por una gruesa capa de tierra arcillosa en cuyo centro se han colocado tres o cuatro piedras para sostener las ollas. El diámetro del fogón es de 1.50 mts. aproximadamente y a veces está delimitado por varios trozos de madera que forman un marco rectangular dentro del cual se encuentra la capa quemada de tierra y cenizas. Cerca del fogón se halla un pequeño estante de varillas de madera, sobre el cual se colocan los utensilios de cocina, totumas, calabazos, espátulas, así como pescado y carne seca, sal, botellas viejas y tal cual plato o taza de porcelana. Una de las plataformas elevadas, situada en otro extremo de la casa, es de los hombres y allí descansan de día y duermen de noche, mientras que otra de las plataformas corresponde

a las mujeres. Los niños duermen generalmente con sus padres y las niñas con sus madres. Según el sexo de la persona que ocupa una plataforma, se encuentran allí también sus objetos personales: baúles y cajas de madera, canastas con ropa, espejos, etc. Sobre una tercera plataforma, situada en el extremo más cercano al fogón, se encuentra luego una especie de depósito: hay grandes canastas con mazorcas de maíz, totumas con frutas silvestres, varias piedras de moler, una piedra para afilar las hachas y machetes, grandes tinajas de agua, redes de pesca, escobas y, además, la materia prima para tejer cestos.

Durante la noche se duerme en el suelo, sobre grandes trozos rectangulares de tela de corteza que, de día, se enrollan en forma de un compacto paquete cilíndrico. Unos indios tienen mosquiteros de tela, comprados en las poblaciones criollas. Algunos banquitos tallados de madera, una lámpara de petróleo hecha de una lata de conservas, y algunos ganchos de madera suspendidos del techo y destinados a colgar objetos, completan este mobiliario. Sobre las vigas de la casa se colocan también trozos de madera para formar una especie de zarzo en el cual se guardan grandes canastas con maíz, madera, totumas y otros utensilios que no se usan en el momento. También se guardan allí algunos objetos ceremoniales, que mencionaré más adelante. Uno o dos grandes postes provistos de muescas profundas, sirven de escaleras para subir a la casa o al zarzo.

Como es común entre los indígenas, el interior de la parte baja del techo es el lugar preferido para guardar un sinnúmero de objetos pequeños que se colocan entre las varas y las hojas de palma. Hay en este lugar hileras de mandíbulas de animales de presa, picos de aves, plumas y caracoles; peinillas, cuchillos, pequeñas tallas de madera, también se encuentran allí, junto con pequeñas canastas que contienen adornos personales.

La basura se bota generalmente desde lo alto y se acumula principalmente del lado de la casa que queda inmediato a la parte donde se cocina, pero al barrer la casa diariamente se botan desperdicios, huesos, recipientes rotos, etc. también por los otros lados, de manera que alrededor de las casas se forma un leve anillo de basura interrumpido sólo en la parte de la escalera. La máxima acumulación de desperdicios se observa en la vecindad de la plataforma que sirve de depósito y donde están las piedras de moler. Estas observaciones tienen cierto interés para la interpretación de yacimientos arqueológicos. El interior de las casas es bastante limpio, mucho más que el de las casas habitadas por los criollos, y se barre con frecuencia. Ya que desde su niñez la gente acostumbra hacer sus necesidades en el río, en agua corriente, no hay excrementos ni moscas en las cercanías de las viviendas.

A poca distancia de la casa se construye un granero o depósito, también sobre pilotes de unos 2 mts. de altura. Este consiste en una estructura rectangular de seis horcones principales a cuyo lado se encuentran algunas estacas adicionales que sostienen el piso de chontaduro. Los dos horcones centrales sostienen una quilla larga pues el techo de estos graneros siempre es de dos aguas. Debajo del granero se guardan los pilones, algunos maderos, canoas y canaletes, mientras que en la parte alta se almacenan alimentos: maíz, arroz, cacao y semillas para la próxima siembra. Un trozo de corteza de un árbol, doblado en círculo, forma un gran recipiente cilíndrico que se llena con arroz y mazorcas y se cubre luego con tela de corteza o con hojas secas.

Horticultura

Los Emberá del alto Sinú derivan la mayor parte de su subsistencia de la horticultura y dependen, mucho menos que los indios del Chocó, de la caza y la pesca. Desde luego, las tierras del alto Sinú son más propicias para los diversos cultivos que las del Chocó, donde las continuas lluvias, las crecientes y la erosión forman obstáculos muy grandes para la horticultura.

Cada familia tiene varias rozas, algunas a poca distancia de la vivienda, otras más alejadas en las orillas de un afluente o en las leves colinas de una pequeña hoya. Ya que no hay fuertes crecientes en las cabeceras, se observan a veces algunos cultivos en las mismas orillas del río. La extensión de una roza llega raras veces a más de una hectárea, pero una familia posee alrededor de tres o cuatro rozas cultivadas de diversas plantas alimenticias, fuera de otras que están abandonadas y cubiertas de vegetación secundaria. El terreno se prepara en los meses de enero y febrero, es decir en la estación seca, cuando se reunen los hombres de una o varias familias para talar los árboles y el rastrojo con hachas y machetes. En marzo se quema la parte desmontada y se siembra luego en la tierra cubierta de una capa de carbón y ceniza, utilizando un pesado bastón con cuya punta aguda se abren los agujeros que recibirán las semillas o tallos. En estas faenas colaboran activamente hombres, mujeres y niños, y muchas veces se reunen familias emparentadas para preparar un terreno para la siembra, sobre todo si se trata de un nuevo desmonte en una zona de vegetación primaria. Después de cinco o seis años se abandona el cultivo y se deja que se cubra nuevamente de rastrojo durante unos diez años, antes de poder ser cultivado nuevamente.

El principal cultivo es el maíz (*be*) del cual los indios distinguen los siguientes tipos: *be torró* (maíz blanco), *nem be* (maíz amarillo), *be purrú* (maíz rojo), *be paimá* (maíz negro, es decir púrpura), *be pichí* (maíz "velita"), *be takaloa* y *be kúba*. Otro cultivo de importancia, pero de introducción reciente, es el arroz. Ñame, yuca, batatas y fríjoles se cultivan en pequeña escala pero plátanos (*padá*) y bananos ocupan gran parte de las rozas. Pequeños cultivos de "mafafa" (*Xanthosoma* sp. y *Colocasia* sp.; en Emberá, *montogóyo, moenú*) se encuentran cerca a las casas. La caña de azúcar se cultiva muy poco y no hay trapiches. Varias palmas de chontaduro (*Guilielma gasipaes* Bailey) crecen en todos los cultivos y cerca de las casas hay algunas palmas de coco, tal cual arbusto de limón o de naranja agria y, a veces, matas de piña. Hay algunos pequeños bosques de árboles de cacao (*tsukuráte*) y árboles dispersos de aguacate y guayaba. No se cultiva el tomate ni la ahuyama y el uso del ají parece ser poco común; tampoco parece conocerse el tabaco. Algunos pequeños arbustos de algodón se cultivan a veces al lado de la casa pero las motas tienen sólo una función medicinal.

Los hombres pasan buena parte del día en sus faenas agrícolas, muchas veces solos y sin estar acompañados por sus mujeres. Después de un leve desayuno salen alrededor de las 8 a. m. de sus casas, llevando hachas, machetes y grandes canastas, para volver luego entre las 4 y 5 p. m. Cada tres o cuatro días se traen nuevas

provisiones de la roza que consisten de plátanos, yuca o batatas, así como frutos de chontaduro cuando es cosecha.

Caza, pesca y recolección

Las principales presas que se persiguen en la cacería son la guatinaja, (*Agouti paca*), el saíno (*Pecari Tayaçu*), el tatabro (*Tayassu pecari*), los monos (*Alouatta seniculus; Ateles* sp.; *Cebus* sp.), ciertos marsupiales y roedores, así como pavas (*Penelope* sp.) y tucanos (*Rhamphastus swaisonii?*). Los ríos y quebradas son muy ricos en pescado, sobre todo en los meses de la estación seca, de enero a marzo, y además los Emberá recogen tortugas terrestres, iguanas, caracoles y panales de abejas silvestres. Toda esta fauna parece ser bastante abundante y raras veces los cazadores tienen que alejarse por más de una o dos horas de sus casas o rozas para conseguir alguna presa de monte.

Varios indios poseen viejas escopetas, pero con frecuencia el cazador lleva sólo un machete y una larga lanza de chonta, provista de una punta de hierro martillado, para perseguir la presa con sus perros y abatirla cuando el animal está arrinconado por éstos. El arco y la flecha se usan sólo raras veces y entonces casi únicamente para la pesca. El arco es de madera de chontaduro y mide aproximadamente 1.50 mts. de largo. Su sección es elíptica plana y en sus extremos se encuentran dos recortes perpendiculares, que forman un corto espigón cilíndrico alrededor del cual se enrolla la cuerda torcida de fibras de palma. Las flechas son muy sencillas y consisten de una vara de caña de 1.50 a 1.80 mts. de largo; el extremo inferior no tiene muesca para la cuerda, pero lleva una fuerte envoltura de fibras; directamente engastada en el extremo superior se encuentra una delgada punta metálica hecha de un gran clavo de hierro, que ha sido martillado en frío. Mide unos 10 a 20 cms. de largo y es de sección rectangular y en los cuatro filos laterales se han hecho una serie de pequeños garfios golpeando el hierro con el filo de un machete.

Cerbatanas, del mismo tipo de las usadas por los indios del Chocó, son muy escasas en el alto Sinú, pero su uso es algo más frecuente en las cabeceras del río San Jorge. El veneno para los dardos es el *pakurú niaara* descrito ya por varios autores (*Uribe,* 1946) pero no pude observar su manufactura. El veneno de la rana arbórea *Dendrobates tinctoreus* no parece conocerse en el alto Sinú. Para atrapar pequeños roedores u otros mamíferos, se construyen trampas como las que usan los Emberá del Chocó (*Reichel-Dolmatoff,* 1960, Lám. XVII, 3).

Para la pesca se emplean ante todo arco y flechas, así como largas y muy delgadas varas de chontaduro cuya punta ha sido endurecida al fuego. Estas varas de chontaduro las emplean ante todo con un movimiento horizontal; el pescador está parado entre el agua hasta la cintura y maneja la vara a flor del agua buscando los pescados en los pozos o cavidades de la orilla con rápidas estocadas. Con frecuencia usan anzuelos de acero adquiridos en las poblaciones criollas y éstos se dejan a veces durante la noche, amarrados de un arbusto o una estaca a la orilla del río. La pesca con atarraya es común en los meses de verano, cuando los pescados se acumulan en los remansos, pero este instrumento es de reciente introducción y la materia prima para su manufactura la compran los indios de los criollos vecinos. La pesca con barbasco es así mismo frecuente, pero no pude observarla personalmente. Trampas de cestos tejidos, parecidos a los de los indios del Chocó (*Reichel-Dolmatoff,* 1960, Lám. XVII, 5) se usan a veces; las mujeres y los niños pescan cerca de la orilla con simples canastas de denso tejido y recogen en éstas los pequeños pescados que abundan entre las plantas acuáticas cerca de las riberas. En los meses de verano, cuando sube el bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y otros pescados a poner sus huevos en las cabeceras, hay a veces tal abundancia de peces que se ven familias enteras en el río, matando los pescados a machetazos y recogiéndolos en canastas.

Al navegar por los ríos o al caminar por la selva, los indios nunca pierden la oportunidad para recolectar toda clase de frutos silvestres. Ellos saben exactamente dónde y cuándo maduran ciertas frutas comestibles y raras veces un hombre regresa a su casa sin traer en su canasta algún alimento que recogió casualmente en el camino.

Animales domésticos

En cada casa indígena se encuentran varios perros y estos animales son muy apreciados para la cacería y también como guardianes de la vivienda. Los perros han aprendido a subir y bajar por los palos amuescados que sirven de escalera, pero son muy bien entrenados y no molestan en la casa. De noche los indios los sacan de la casa y duermen los perros debajo de ella y se les impide subir nuevamente, dándole la vuelta a la escalera de manera que las muescas queden debajo.

La mayoría de los indios tienen cría de cerdos y encierran estos animales debajo de la casa, en chiqueros de estacas y ramas. Gallinas, patos y algunos pavos son aves de corral que se ven también en casi todas las casas. El cuidado de estos animales está a cargo de las mujeres y los niños y las primeras dedican varias horas diarias a estas tareas, criando a veces a los cerdos pequeños con botellas de sopa de plátano o masticando plátanos cocinados para embutir y criar las aves pequeñas.

Alimentación

Los recursos obtenidos en los cultivos, la caza, la pesca y la recolección, constituyen una base alimenticia bastante abundante, variada, y de ningún modo se observan entre los indios los signos externos de malnutrición. Las mujeres y las muchachas están prácticamente todo el día ocupadas en la preparación, conservación y distribución de alimentos y a todas horas se encuentra en el fogón una o varias ollas grandes en que se cocina una abundante comida. Este aspecto, difiere radicalmente por cierto, de lo que se observa entre los criollos vecinos, donde muchas veces falta la comida, no por la escasez de alimentos disponibles sino por falta de colaboración doméstica.

El día comienza generalmente con la preparación de maíz. Los indios conocen las siguientes preparaciones: a) los granos blandos de maíz verde se cortan con un cuchillo de la mazorca y se muelen en el metate (*yu*) y el líquido se deja fermentar levemente en una tinaja cubiertas de hojas; b) de la masa se forman trozos alargados que se tuestan en el fogón y que se comen ante todo para el desayuno; c) de maíz maduro se preparan

espesas sopas así como bollos envueltos en hojas de bijao que se cocinan en agua. Otro plato común consiste en plátanos, yuca, batata, algunas presas de carne, y siempre se añaden algunas hojas verdes y bastante cilantro. Sopa de pescado, o pescado frito o ahumado, se preparan casi a diario.

La chicha se prepara del mismo modo como entre los Emberá del Chocó (*Reichel-Dolmatoff,* 1960, pp. 104-105). La masa molida se pone primero en una gran batea en forma de canoa y se cuela luego en otra batea, añadiéndole agua. Este líquido se añade luego al agua que se calienta en una olla sobre el fogón y se rebulle con grandes espátulas, hasta adquirir una consistencia algo espesa. Durante este proceso se añaden pequeñas porciones masticadas de bollos de maíz verde, cuya masa contiene aún el afrecho y luego el líquido se deja enfriar y fermentar, después de cubrir las tinajas con hojas bien amarradas. Una descripción de este proceso, observado en 1787 entre los Emberá del río San Jorge, está contenida en el diario del P. Palacios de la Vega (*Reichel-Dolmatoff,* 1955, p. 25) y vale la pena citarla aquí nuevamente.

Escribe el P. Palacios: "...allé más de sesenta Indias sentadas en el suelo del zarzo con una gran pila de maíz en medio, con canoitas a los lados, masticando todas el maíz y echando tal mascadura con toda la baba, en aquellas vasijas; ottras en los fogones con grandes ollas pª cozer lo que molian con los dientes y sustanciaban con la baba; los maridos de aquellas durmiendo junto de ellas; otras asando Planttano maritú, y battata pª cortar las chichas; ottras asando Planttanos Dominicos pª que comiesen los maridos siempre que despertasen. Todas estaban con bastante algazara motejandose unas y ottras a quien tenia mas baba para echar en su porcion de mascado. Pues en estto constta la perfeccion de la chicha".

Accesorios de casa y cocina

Los diversos utensilios de uso diario que se encuentran en todas las casas indígenas, son manufacturados por personas de ambos sexos; los hombres se ocupan de las tallas de madera mientras que las mujeres hacen los recipientes vegetales. Un elemento muy característico son los pequeños bancos zoomorfos en que se sientan los hombres (no las mujeres) y que se tallan de un solo tronco de madera. Estos asientos consisten de un grueso óvalo o bloque alargado: el cuerpo de la "babilla", sostenido por cuatro patas cortas. La cabeza y la cola que sobresalen lateralmente, se tallan con especial cuidado y a veces se representan las escamas por cortas incisiones transversales. Estos banquitos miden unos 15 a 20 cms. de altura, por 40 a 50 cms. de largo.

Grandes pilones de madera, en forma de copa alta, se tallan de un tronco y sirven para pilar el maíz o el arroz; su forma es la común entre los criollos de las tierras bajas. Para sostener el colador de chicha sobre la batea, se manufactura un soporte especial (*saverẹ́ka ahó*) que consiste en una tablita provista en el centro de un recorte circular en el cual se coloca el colador. Los extremos y lados de la tablita se adornan de recortes y muescas; el objeto mide unos 40 a 60 cms. de largo. Las espátulas (*ḳabisusú*) para rebullir la chicha son muy bien talladas y adornadas; miden de 50 a 70 cms. de largo. Una gran fruta hueca sirve de salero (*iḳoróxoro*) y su cáscara fibrosa se talla en forma de vasija, con un borde adornado con incisiones. Una cuerda sirve para suspender el objeto cerca del fogón. Gran cantidad de recipientes hechos de calabazas y totumas (*Crecentia cujete*) se hallan en todas las casas y sirven para almacenar o servir la comida o los líquidos. Grandes secciones ovaladas de calabazas (*múla*) se usan para guardar fríjoles, chontaduro o cacao mientras que secciones semiesféricas más pequeñas (*sambú tsaḳé*) se utilizan como platos o copas para servir la comida; de secciones alargadas se hacen cucharas. A veces estos objetos están decorados con pequeños motivos biomorfos incisos. Los coladores consisten de grandes totumas semiesféricas en cuyo fondo se ha taladrado con una puntilla una serie de perforaciones. Bateas ovaladas de madera se emplean en la preparación de la chicha, pero son usadas también para lavar diversos objetos caseros, para descascarar frutos o para despresar animales; su forma es idéntica a la descrita para el Chocó.

Cerámica, cestería y tela de corteza

La manufactura de cerámica es un arte que está desapareciendo y los indios usan ya con preferencia ollas de aluminio y calderos de hierro, que compran de los criollos. Las grandes tinajas de chicha y algunas ollas de cocina sin embargo son todavía el producto de la alfarería autóctona, pero como sólo muy raras veces alguna mujer se dedica a esta labor, no fue posible observar el proceso de manufactura. Las tinajas son de forma subglobular, de unos 50 cms. de alto, con una base algo aplanada y un corto cuello cilíndrico bastante ancho, que termina en un pequeño borde evertido. Las otras ollas que se usan son mucho más pequeñas, de un diámetro de apenas 30 cms. y son de forma subglobular, de ancha abertura y con una base redondeada. Ambas formas carecen de decoración y son de un color carmelita obscuro, de superficie irregular y áspera. Según dicen los indios, la arcilla se muele en el metate y se le añade arena fina del río, como desgrasante. El fondo del recipiente se modela en forma de un plato hondo y luego se construyen las paredes con espirales superpuestas sucesivamente; la superficie se alisa primeramente con un trozo de cáscara de totuma y después de secarse algo, con una pequeña piedra lisa. Las vasijas se dejan luego secar cerca del fogón durante varias semanas antes de quemarse en una pequeña hoguera.

Los diversos cestos que se utilizan para transportar o almacenar alimentos u otros objetos, se parecen en los detalles de su tecnología y tipología a los observados entre los Emberá del Chocó (*Reichel-Dolmatoff,* 1960, pp. 98-100). Las únicas formas y técnicas que no se observaron fueron el tejido asargado y los canasticos en técnica de espiral. Los petates (*petá*) son generalmente algo más grandes y alargados que los que se usan en el Chocó. El abanico para avivar el fuego, de manija tubular, es el mismo que usan los Emberá chocoanos.

La tela de corteza se manufactura principalmente para preparar grandes trozos rectangulares que sirven de cama. El proceso de manufactura es el siguiente: primero se raspa con un cuchillo o machete la corteza exterior del árbol (*Poulsenia armata* sp.?), sin derribarlo, hasta que el líber quede descubierto y pueda desprenderse con cuidado en un sólo pedazo. En seguida se lleva esta corteza interna al río, donde se deja durante unas 24 horas bajo de agua, asegurándola con algunas piedras pesadas. El próximo día se extiende la

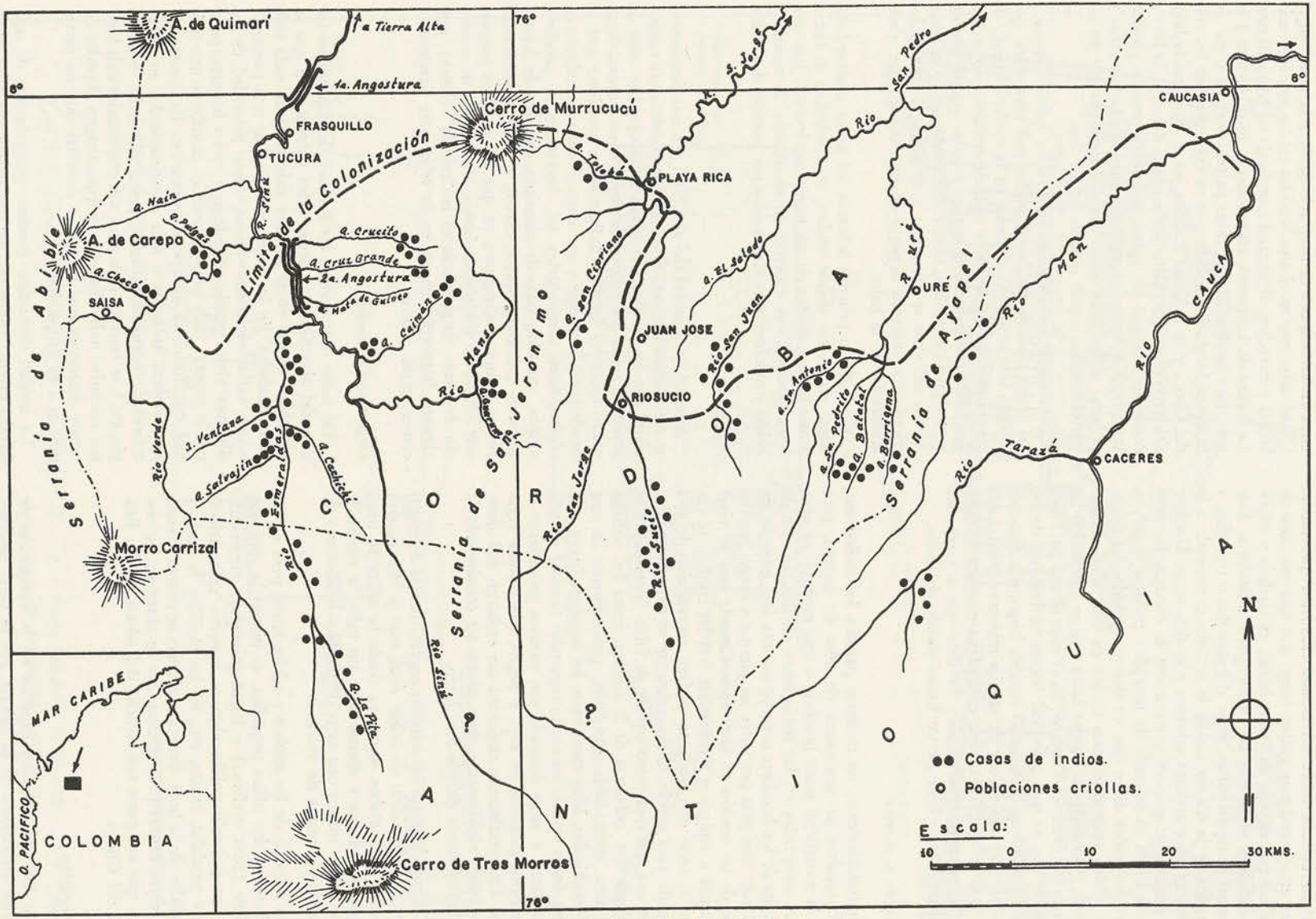


Fig. 1 Mapa del territorio tribal.

corteza mojada sobre un tronco cilíndrico que medio flota en el agua y se golpea luego con una machaca de madera por espacio de varias horas, mojándola y exprimiéndola a veces con las manos para ablandarla. Este proceso se repite varias veces, durante dos o tres días, y después de la última batida la corteza se extiende a la sombra, sobre algunos arbustos y se deja secar. Durante el proceso de golpear y machacar la corteza, la pieza no se dobla ni se trata de unir dos pedazos a golpes, pero los indios dicen que en tiempos pasados las mujeres sabían unir diferentes trozos en uno sólo, simplemente golpeando los bordes hasta que se entretejían las fibras. La machaca (*huépur kída*) que se usa para este trabajo que es una actividad femenina, consiste de un bolillo cilíndrico de unos 35 cms. de largo, que tiene en un extremo una especie de manija mientras que las dos terceras partes forman una cara plana provista de múltiples ranuras transversales. Se dice que a veces este instrumento se hace de un hueso pesado de danta.

Vestido y adorno

Indudablemente, en tiempos pasados los indios manufacturaban su vestimenta de telas de corteza, pero en la actualidad tanto hombres como mujeres ya usan telas compradas en las poblaciones criollas. El vestido común de los hombres consiste en una faja estrecha de tela roja que pasa por entre las piernas y luego por debajo de un cordón en la cintura. Cuando van de viaje a visitar a amigos o a comerciar con los criollos, se cubren el torso con un gran pedazo rectangular de tela delgada azul o roja. Ocasionalmente se envuelven también una tela roja como especie de falda (*paruma*). Las mujeres van cubiertas de la cintura hasta las rodillas con una corta falda enrollada, generalmente de una tela multicolor. Muy raras veces los hombres llevan aún como único vestido un ancho taparrabo (*andéa*) de tela de corteza, a veces decorado con motivos geométricos o biomorfos pintados en rojo y negro, con colores vegetales. Esta vestimenta autóctona sin embargo está desapareciendo rápidamente, pero parece ser común todavía en las cabeceras del río San Jorge.

Collares de pequeñas semillas negras, dientes de mono o cuentas de vidrio de color azul, rojo y blanco, son adornos para ambos sexos; ya desde la niñez se usan pequeños collares y apenas nace un niño, la madre le pone por lo menos una sarta de semillas brillantes o de diminutas cuentas de vidrio.

La mayoría de los adultos y adolescentes, pero no los ancianos ni los niños pequeños, se pintan la cara con achiote (*Bixa orellana*) y jagua (*Genipa*), ejecutando con un pequeño palillo algunos motivos geométricos: líneas paralelas, cruces, etc., en las mejillas, la nariz y alrededor de la boca. Brazos y piernas se pintan a veces con rayas negras transversales. No se observan las orejeras, que son parte tan esencial del adorno de los Emberá del Chocó.

Navegación

Los Emberá son muy expertos en la navegación de los ríos correntosos de su habitat. No se pudo observar la manufactura de sus excelentes canoas (*hampa*) pero los indios aseguran que no se utiliza el fuego para ahuecar los troncos sino que todo el trabajo de la talla se efectúa con hachas y machetes. La forma general de estas embarcaciones es muy semejante a la usual en el Chocó salvo que en el alto Sinú las canoas son algo más largas y estrechas, alcanzando un largo de hasta 10 mts. La forma de los remos, en cambio es muy distinta a la que usan los Emberá en otras partes, pues en lugar de la típica forma lanceolada que se encuentra en los ríos del Chocó y en la Costa Pacífica, en el alto Sinú la hoja del remo es casi circular. Desde luego, debido a la fuerte corriente y a que las aguas son relativamente pandas, las canoas se empujan generalmente con largas varas y el remo se usa sólo como timón o para navegar en las partes hondas y más quietas de los ríos.

Para viajar río abajo se construyen balsas (*mohau*) de varios troncos paralelos, unidos por travesaños que se fijan con espigones clavados en la madera blanda de los troncos principales. Este tipo de embarcación se utiliza ante todo para llevar cargas pesadas que se venden en los pueblos criollos, tales como cerdos, arroz o maíz. Al fin del viaje se abandona o se vende la balsa y los tripulantes regresan a pie o en una canoa que viene acompañando la balsa.

Ya desde su primera infancia, los niños acostumbran jugar en el río donde nadan, se zambullen o flotan acostados o sentados en un tronco cualquiera. Las mujeres también son expertas en el manejo de canoas y balsas y muchas veces viajan solas por grandes distancias.

Comercio

Aunque los Emberá del alto Sinú son económicamente casi autosuficientes, ellos mantienen relaciones comerciales con los criollos que viven río abajo. Las crías de cerdo así como los cultivos de maíz, arroz y cacao, dejan a casi todas las familias indígenas un excedente que se vende periódicamente y con cuyo producto se adquieren objetos tales como: telas, sal, herramientas, petróleo, agujas, anzuelos, ollas de aluminio, calderos de hierro, fósforos, peinillas, espejos, clavos, y otros objetos más. No se compran alimentos, ya que los recursos propios son adecuados y aún abundantes. Un artículo de comercio de cierta importancia es la "raicilla" (ipeca) que algunos hombres recogen en la selva para venderla a comerciantes criollos.

Organización social

Tal como ocurre entre los Emberá del Chocó, los indios del alto Sinú no tienen jefes tribales sino que la autoridad reposa en el hombre más viejo de cada unidad doméstica. En los raros casos en que una parentela ocupa varias viviendas vecinas, cierta autoridad de individuos viejos puede extenderse a varios hogares, pero, por lo general, cada grupo doméstico constituye una unidad que funciona independientemente. El consejo de los hombres ancianos o más experimentados en cierta actividad (horticultura, caza, pesca, comercio, tecnología, etc.), se respeta; pero ellos son consultados más bien por iniciativa individual y no porque tengan el poder de tomar decisiones que afecten a personas que no pertenezcan a su grupo doméstico.

La unidad doméstica consiste generalmente de una familia extensa compuesta de una pareja, sus hijos adultos y los descendientes de éstos. El matrimonio es patrilocal, raras veces neolocal y en el último caso se trata de una familia nuclear que establece su hogar cerca de la casa paterna del hombre. Casos de poliginia son fre-

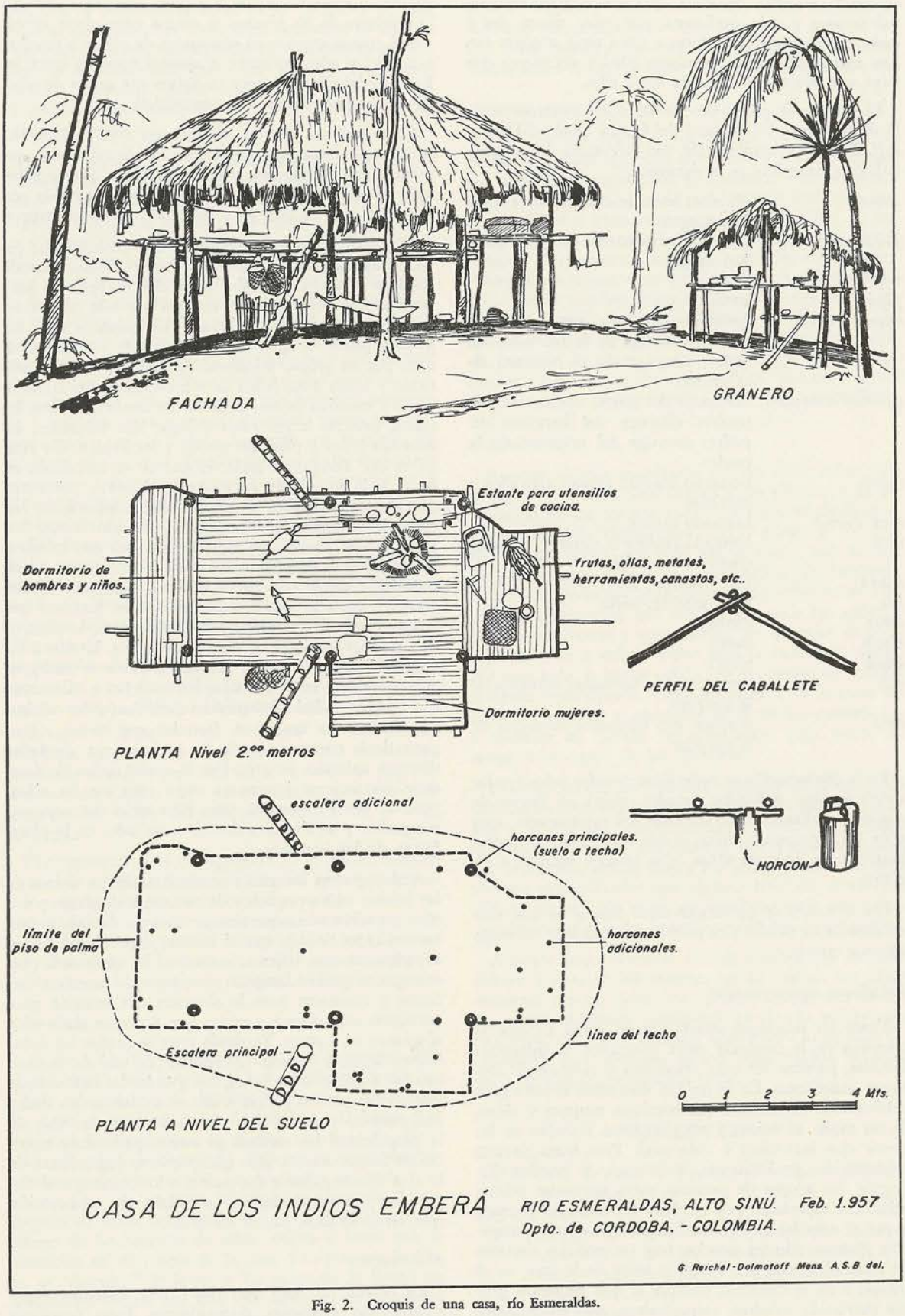


Fig. 2. Croquis de una casa, río Esmeraldas.

cuentes y aquellos hombres que son económicamente más activos y más pudientes que otros, tienen dos y hasta tres mujeres. En algunos casos estas mujeres tienen aproximadamente la misma edad y no parece que haya una distinción marcada entre ellas.

El sistema de parentesco es del tipo hawaiano, como el descrito para los Emberá del Chocó (*Reichel-Dolmatoff,* 1963). La terminología, con referencia a Ego masculino o femenino, es la siguiente:

dsauré	abuelos; hermanos de abuelos y abuelas; suegro
pakxuné	abuelas; hermanas de abuelos y abuelas; suegra
dyédye	padre
pápa	madre
dyámba tsóra	hermanos del padre; hermanos de la madre; cónyuge de la hermana del padre; cónyuge de la hermana de la madre
dyámba dshóndra	hermanas del padre; hermanas de la madre; cónyuge del hermano del padre; cónyuge del hermano de la madre
mbea	hermano mayor; primos cruzados y paralelos
tean dyirú?	hermano menor
idrá	hermana (mayor o menor?); primas cruzadas y paralelas
wárra	hijo; sobrino; nieto
kéu	hija; sobrina; nieta
kíma	cónyuge
aingú	nuera
wigú	yerno
wái	cónyuge de la hermana; hermano de la cónyuge
dsrá	cónyuge del hermano; hermana de la cónyuge

En la conversación se suele decir: *dyédye tsóra* (padre viejo) o *pápa dshóndra* (madre vieja) en lugar de *dsauré* y *pakxuné*. Son comunes las expresiones: *wag ts'ke* (hijo pequeño, hijito) o *kéu tsake* (hija pequeña, hijita), para designar niños, y se aplican también a los nietos.

Los términos de parentesco aquí citados no han sido verificados en detalle y es posible que esta lista contenga algunos errores.

Relaciones interpersonales

Tanto las relaciones interfamiliares como las que se observan en la conducta entre miembros de diferentes familias, parecen ser muy armónicas y carentes de tensiones manifiestas. En la unidad doméstica se nota gran colaboración de manera que hombres, mujeres y niños, de un modo silencioso y muy eficiente, trabajan en las tareas que incumben a cada cual. Pero fuera de esta colaboración estrictamente económica, se pueden distinguir dos grupos de personas entre las cuales existen relaciones especiales: por un lado los hombres jóvenes, y por el otro las co-esposas. Entre adolescentes y hombres jóvenes, aún ya casados, hay un estrecho contacto de amistad jocosa. Sea dentro o fuera de la casa, en el trabajo o en el descanso, siempre se ven pequeños grupos charlando, riéndose, empujándose, muy en contraste con los hombres maduros, quienes se quedan más bien aislados y entre los cuales hay poco contacto social. En la conducta de los jóvenes se nota a veces cierta agresividad, que se expresa en simulacros de peleas a machete o a palo, y además, como se observó también entre los Emberá del Chocó, parece existir en este grupo de edad, cierto componente de homosexualidad.

Entre mujeres jóvenes, adolescentes o ya casadas, hay muy poco contacto, salvo en el caso de co-esposas que ocupan una misma casa y entre las cuales parece haber muy buena amistad. Las otras mujeres, en cambio permanecen algo al margen y raras veces forman grupos.

A los bebés los amamantan en una posición que parece muy incómoda y que causa fuertes llantos. Arrodillada en el suelo, la madre le da el seno pero sin interrumpir sus quehaceres, de manera que sólo raras veces sostiene al bebé en sus brazos, obligando a éste, tan pronto puede, a agarrarse como pueda y a buscar el seno por su propia iniciativa. Aunque las madres acarician y besan a sus bebés de vez en cuando, el contacto físico y emotivo principal lo tienen con sus padres, los cuales dedican largos ratos a jugar con los niños, los acuestan junto a ellos, los mecen y les hablan. En efecto, es casi siempre el padre el que se ve empeñado en hacer todo lo posible para que los bebés y niños menores estén contentos y confortables, cobijándolos, haciéndoles remedios o consolándolos cuando lloran. Por consiguiente, cuando un niño llora o está con miedo o con hambre, o simplemente con el deseo de estar acompañado, se dirige a su padre, o aún a cualquier hombre adulto, y no a la madre, quien deja a los hombres que se encarguen de los niños. En cambio, toda la afectividad que las mujeres no dan a los niños, la dan a los animales de cría: cerdos pequeños, pavos o cualquier otro animal; a estos animales los acarician y alimentan con mucho cuidado, los cuentan cada rato y los colocan con cuidado en canasticas forradas con trapos. Gran parte de la conversación de las mujeres gira alrededor de estos animales de cría. Por la noche, antes de acostarse, las mujeres juegan un corto rato con las niñas, pero no con los varones, pues ellos están entonces con sus padres y se alistan a dormir a su lado, en la plataforma de los hombres.

Ambos padres fomentan continuamente los deseos de los bebés y niños pequeños de bastarse a sí mismo y son muy permisivos, aunque siempre atentos, de todo lo que hace el niño. Se deja que el niño explore el ambiente y experimente con objetos; nunca se le quita una cosa con que se podría lastimar y nunca se le amenaza con caerse o quemarse, pero lo observan con atención para corregirlo suavemente y evitar que no cause daño ni a sí mismo, ni a otros. Ya desde muy pequeños los niños barren la casa, doblan su tendido de tela de corteza, ayudan a cuidar a los bebés, etc. y todas las indicaciones que reciben de sus padres o de otros adultos, son dadas con palabras y gestos muy suaves. Durante los años de la prepubertad los varones no toman parte muy activa en las faenas caseras, sino que prefieren jugar fuera de la casa o acompañar a sus padres a los cultivos o al río, pero no son regañados por esta falta de colaboración que, en estos años, parece ser usual.

Shamanismo

En el alto río Sinú hay dos o tres individuos que desempeñan funciones shamanísticas. Estas funciones caen ante todo en tres categorías: la curación de enfer-

medades, la preparación ritual de la chicha, y algunos ritos del ciclo vital. En todas estas ocasiones, el shamán (*haibaná*) desarrolla sus actividades de la misma manera como es acostumbrado entre los Emberá del Chocó (*Reichel-Dolmatoff,* 1960), salvo que el ritual parece ser mucho menos complejo y se limita sólo a algunas formas esenciales.

Para la curación de las mordeduras de culebra, el *haibaná* tiene algunas pequeñas tallas de madera en forma de distintos ofidios, que coloca al lado del enfermo y, sentado en un banquito especial entona entonces una canción en la cual conjura al espíritu de la culebra para que no haga morir a la víctima. En otros casos de enfermedades graves, el shamán talla una serie de figuras de madera de balso, que representan espíritus ancestrales, y las coloca alrededor del paciente mientras que canta *hái,* es decir llama a los antepasados y a los espíritus de los animales de presa, para que los primeros obliguen a aquellos a retirar el mal que han causado al cazador como venganza por haberlos perseguido. Las figuras antropomorfas (*kurúsu*) tienen la característica forma plana y están decoradas con motivos pintados con bija y jagua. Ya que el ritual de las curaciones es bastante frecuente, el shamán manufactura un gran número de figuras en el curso del tiempo que, una vez terminado cada rito, pierden su carácter sagrado y se botan a la basura. En los basureros y en el rastrojo cerca de las casas, se ven pues estas figuras descartadas, lo mismo que en las canastas viejas que se guardan en el zarzo y que ocasionalmente contienen decenas de estas pequeñas tallas ennegrecidas y gorgojeadas. Sobre la posible relación que este complejo ritual pueda tener con las pequeñas figurinas de arcilla que se hallan con frecuencia en sitios arqueológicos, ya he informado en un trabajo anterior (Reichel-Dolmatoff, 1961).

A veces el shamán trata de "sacar" la enfermedad chupando la parte del cuerpo del paciente donde está localizado el dolor; para este fin se sirve de un pequeño instrumento tubular cuya parte inferior, que hace contacto con el cuerpo del enfermo, tiene forma de copa invertida.

El ceremonial de la consagración de la chicha, durante el cual se emplean figuras zoomorfas que representan a los espíritus de los animales del monte, se efectúa de vez en cuando y parece corresponder esencialmente a la costumbre descrita para el Chocó. Sobre las funciones que desempeña el haibaná durante los nacimientos, la iniciación y el entierro, no fue posible obtener datos.

Ciclo vital

Al dar a luz, las primíparas se retiran al monte, cerca al río, donde son asistidas por las mujeres viejas; los partos subsiguientes se efectúan en la casa y en presencia tanto de mujeres como de hombres. Al llegar a la pubertad las muchachas, se efectúa un ritual de iniciación para el cual se prepara chicha y se invita un numeroso grupo de vecinos. La muchacha se pinta y se adorna con sus mejores prendas y se esconde luego, después de haber bebido una buena cantidad de chicha, debajo de un montón de telas, trapos y hojas que se acumulan en un rincón de la casa. Ya avanzada la fiesta, se "descubre" la joven y los asistentes la llevan en hombros y bailan con ella. No hay rito de iniciación para varones, ni tampoco parece haber un ritual especial para el matrimonio. Los muertos se entierran en posición supina y envueltos en telas, en un pequeño cementerio comunal, situado sobre una loma cerca al río. Las fosas individuales, están marcadas por un corto bastón sobre el cual se pone invertida una canasta vieja.

Algunas creencias y tradiciones

Fuera de los diversos espíritus de los animales del monte, los cuales aparecen al cazador y le causan enfermedades, la personificación sobrenatural más importante es *Paxkuné.* Se trata de un demonio femenino que se manifiesta a veces como monstruo velludo y de largas garras, a veces como una bella mujer, que trata de seducir al caminante solitario y de devorarlo luego. Paxkuné no parece estar relacionada con cierto animal pero, por su nombre (abuela) parece tratarse de un espíritu ancestral maligno. *Antumyá* es el espíritu del agua, de los ríos, y aparece a los pescadores o navegantes, tratando de ahogarlos en los remolinos y pozos profundos. Otro espíritu del agua es *Nusí,* que tiene forma de un pescado monstruoso y que devora sus víctimas.

Aculturación

Aunque las dos angosturas del río Sinú, sobre todo la segunda, forman una barrera muy efectiva a la penetración de los colonos criollos, el proceso de la aculturación avanza rápidamente. En el curso de sus contactos comerciales, que cada día se hacen más activos, los indios viajan a Tucurá, Tierra Alta y aún Montería, donde adquieren un gran número de artículos de manufactura industrial, que van remplazando las antiguas técnicas autóctonas y que, además, por su valor de prestigio, tienden a influir sobre toda la estructura social. Por otro lado, la buena calidad de las tierras del habitat indígena seguramente inducirá pronto a los colonos vecinos a franquear el obstáculo de la última angostura y a construir un camino de penetración para ganar así acceso a la región de las cabeceras.

La mayoría de los Emberá del alto Sinú han sido bautizados con ocasión de sus viajes a los poblados criollos y ya cuentan con compadres y padrinos criollos, quienes les brindan hospedaje y con quienes negocian sus productos. Desde luego, los indios están aún lejos de estar evangelizados pero algunos hombres comienzan a darse cuenta que existe un conflicto entre sus prácticas shamanísticas y las creencias religiosas de los criollos.

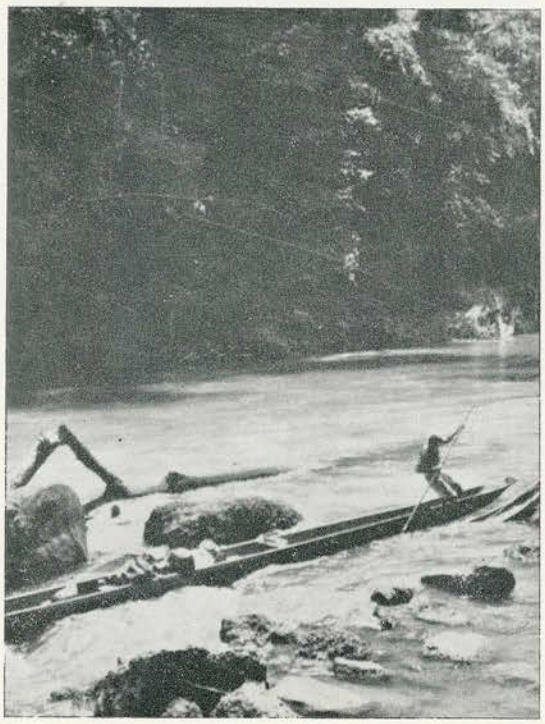
Algunos pocos hombres hablan español con bastante soltura y aunque las mujeres no lo hablan, los niños muestran mucho interés en aprenderlo. Es pues de suponer que el relativo aislamiento en que ha sobrevivido esta tribu, no durará muchos años más. Un estudio detallado de este pequeño grupo bien valdría la pena, antes de que sea demasiado tarde.

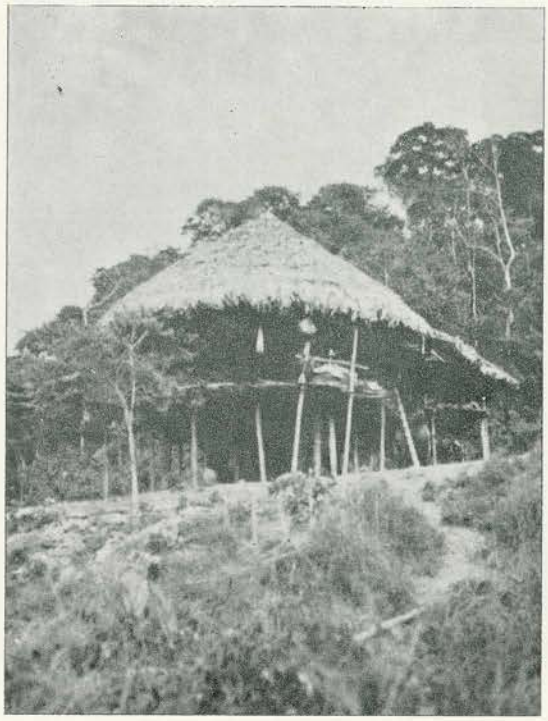
BIBLIOGRAFIA

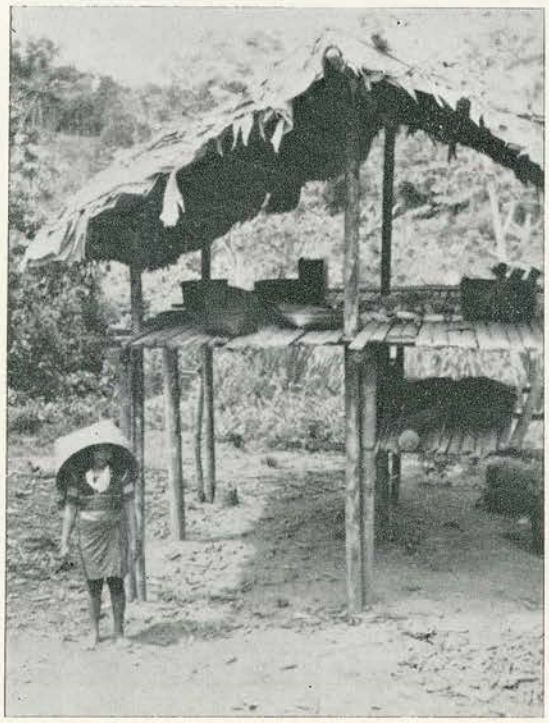
DAHL, George
1940 Två år som Indians i Colombias urskogar. Stockholm.

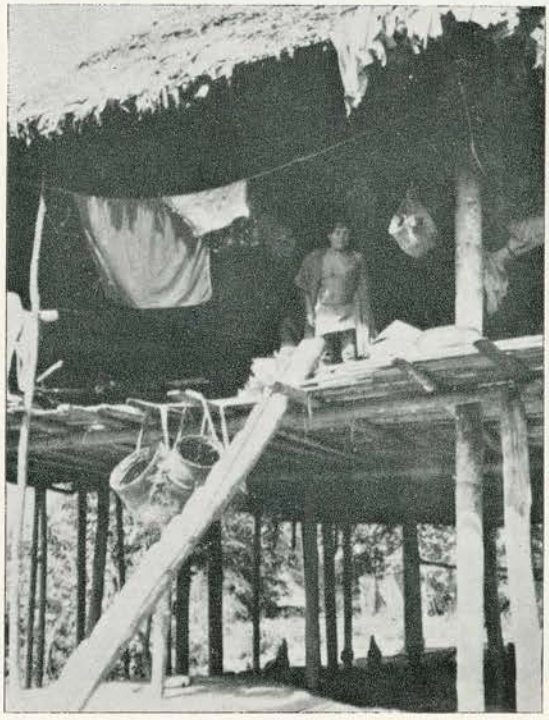
ERNST, A.
1878 Einige Wörter aus der Sprache der Indianer von Tucurá in Neu Granada. *Zeitschrift für Ethnologie,* Vol. XIX, p. 302, Berlin, (cf. Simons, F. A. A.).

EXBRAYAT, Jaime
1944 Capuniá. Editorial Colombia, Buenos Aires.



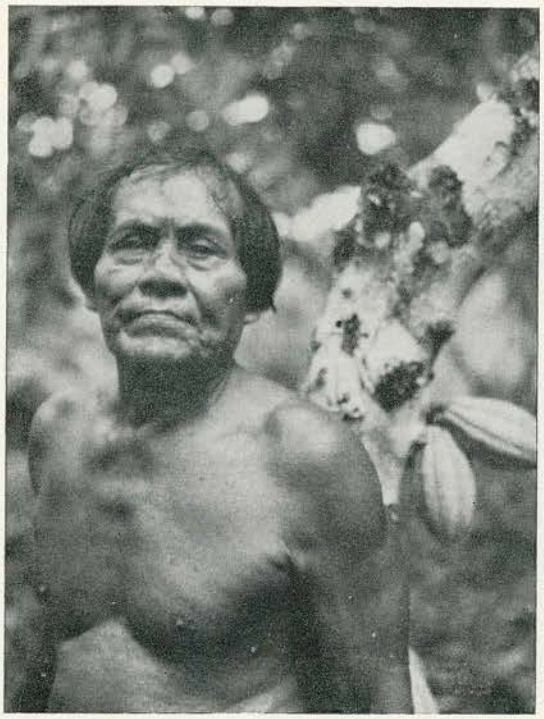


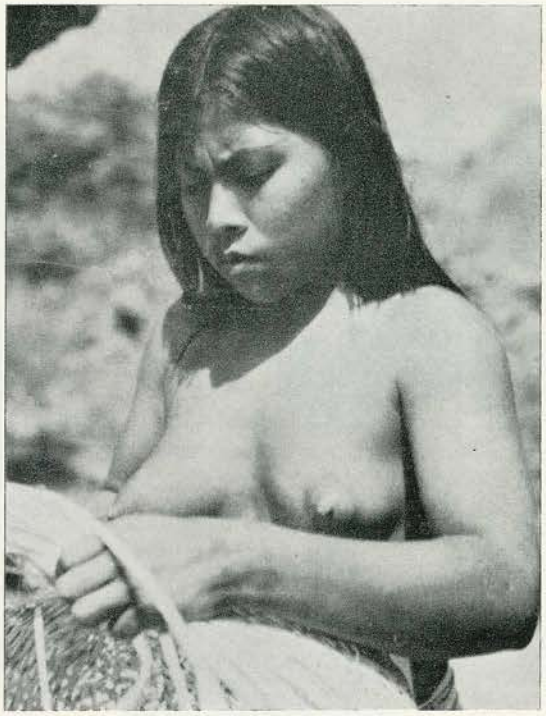


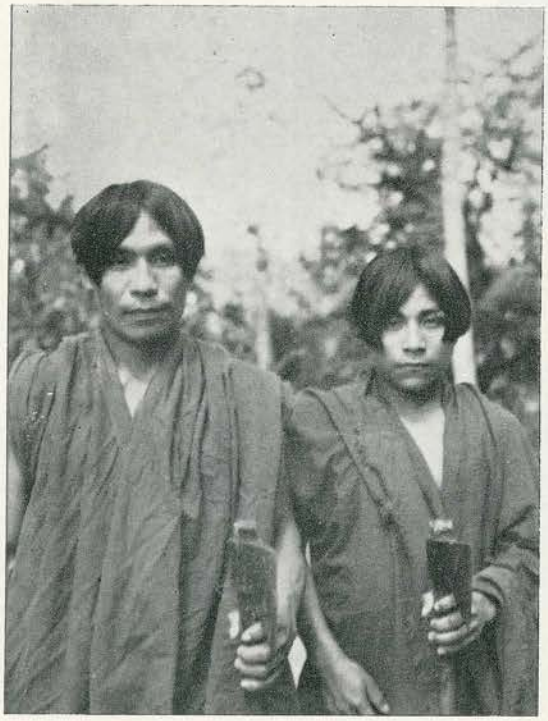


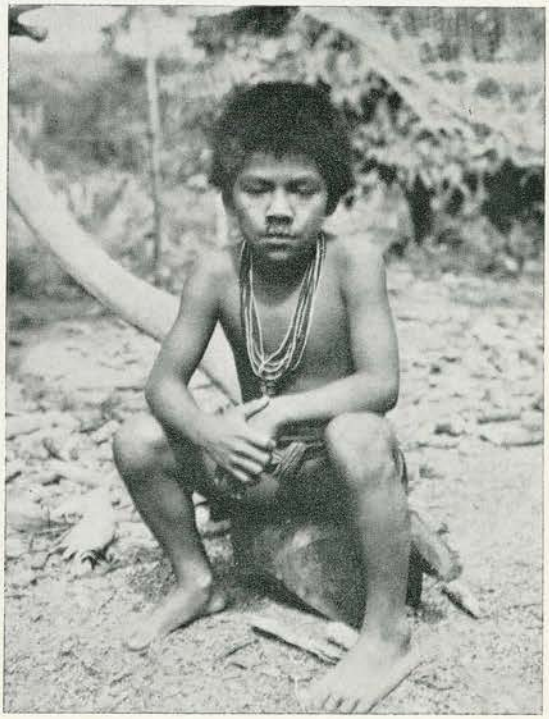
Lám. I

Arriba izquierda: subiendo el río Sinú por la segunda Angostura; arriba derecha: casa con techo cónico, río Esmeraldas; abajo izquierda: granero, río Esmeraldas; abajo derecha: detalle de casa, río Esmeraldas.



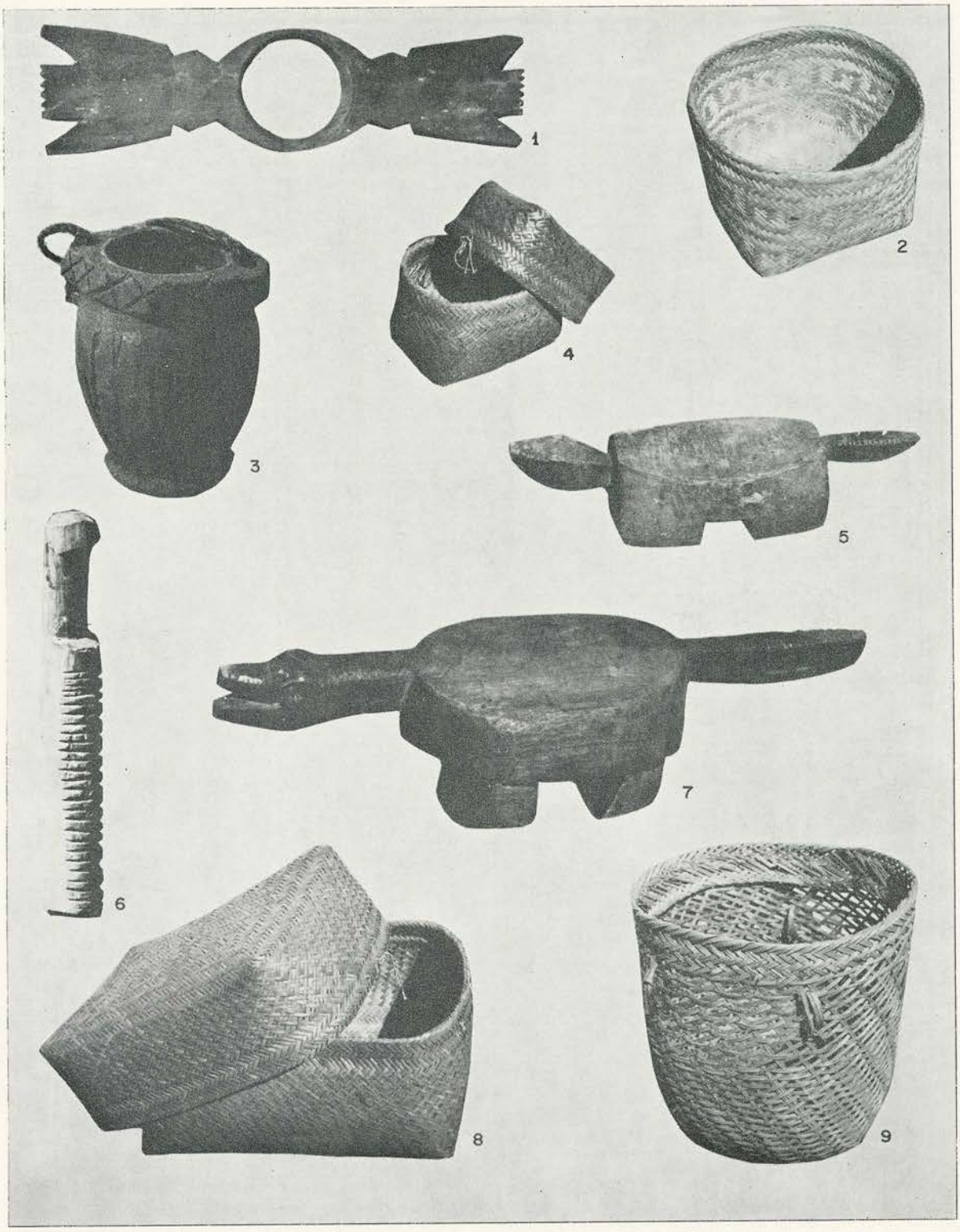






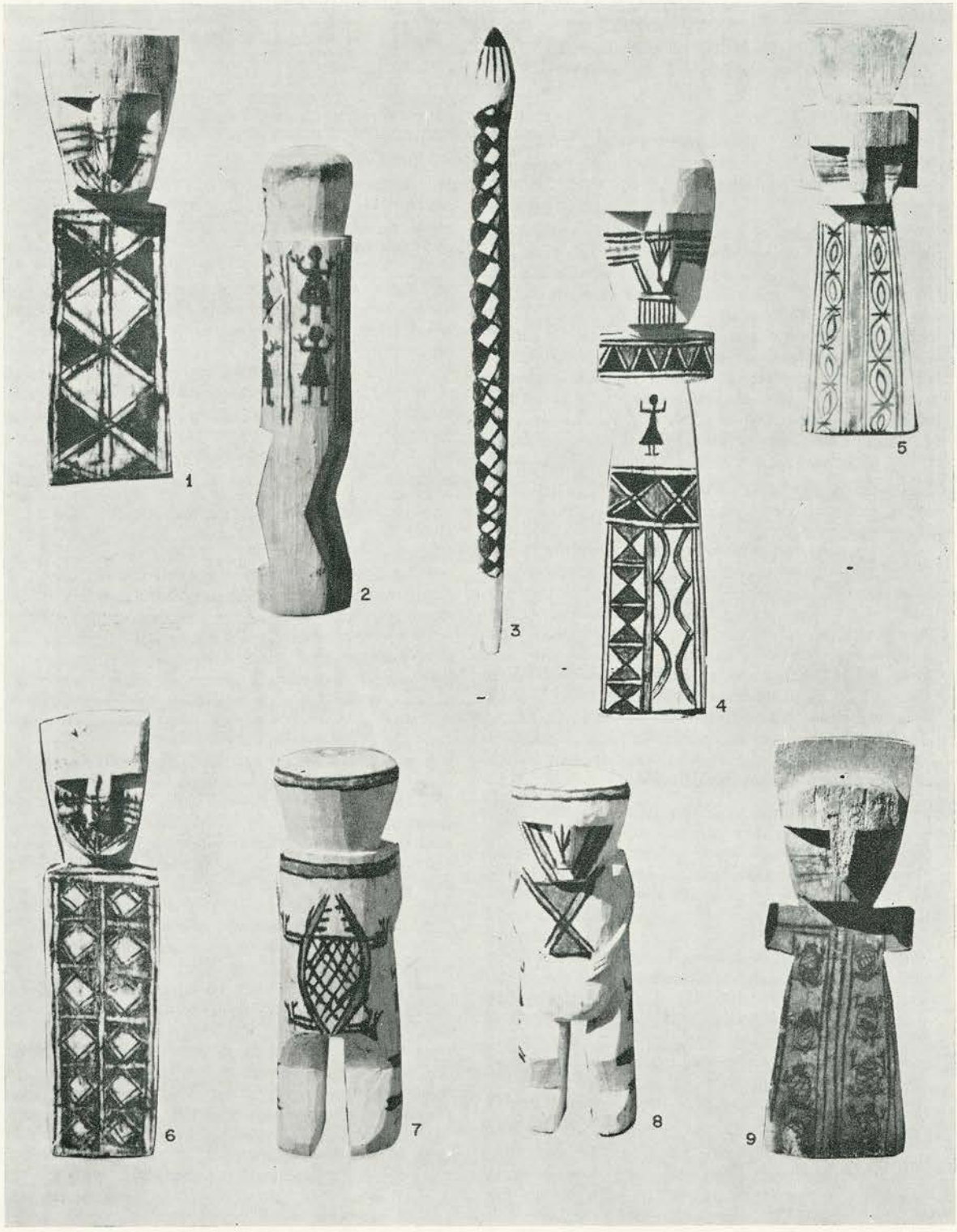
Lám. II

Arriba izquierda: indio Emberá, río Esmeraldas; región de Chachichí; arriba derecha: joven india Emberá tejiendo una canasta; abajo izquierda: dos hombres Emberá; abajo derecha: muchacho Emberá.



Lám. III

Objetos utilitarios de los Emberá; río Esmeraldas.



Lám. IV

Objetos ceremoniales de los Emberá; río Esmeraldas.

GORDON, B. Le Roy
1957 Human Geography and Ecology in the Sinú Country of Colombia. *Ibero-Americana,* Nº 39, University of California Press, Berkeley & Los Angeles.

REICHEL-DOLMATOFF, Gerardo (editor)
1955 Diario de viaje del P. Joseph Palacios de la Vega. *Ministerio de Educación; División de Extensión Cultural,* Bogotá.

REICHEL-DOLMATOFF, Gerardo & Alicia
1956 Momil: Excavaciones en el Sinú. *Revista Colombiana de Antropología,* Vol. V, pp. 111-333, Bogotá.

REICHEL-DOLMATOFF, Gerardo & Alicia
1957 Reconocimiento arqueológico de la hoya del río Sinú. *Revista Colombiana de Antropología,* Vol. VI, pp. 31-149, Bogotá.

REICHEL-DOLMATOFF, Gerardo
1960 Notas etnográficas sobre los indios del Chocó. *Revista Colombiana de Antropología,* Vol. IX, pp. 75-158, Bogotá.

REICHEL-DOLMATOFF, G.
1961 Anthropomorphic Figurines from Colombia: Their Magic and Art. In: *Essays in Pre-Columbian Art and Archaeology* (Samuel K. Lothrop y otros), pp. 229-241, Harvard University Press, Cambridge.

REICHEL-DOLMATOFF, G.
1963 Contribuciones a la etnografía de los indios del Chocó. *Revista Colombiana de Antropología,* Vol. XI (en prensa), Bogotá.

SIMONS, F. A. A.
1878 Vocabular des Tucurá. *Zeitschrift für Ethnologie,* Vol. XIX, p. 302, Berlin.

STRIFFLER, Louis
1875a El río Sinú. Cartagena.

STRIFFLER, Louis
1875b El río San Jorge. Cartagena.

URIBE-PIEDRAHITA, C. & Kalman Mezey
1946 Niaara: Primer estudio farmacodinámico de un veneno para flecha. *Publicaciones de la Sección de Farmacodinámica del Laboratorio CUP,* Bogotá.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):80-91, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.568

Fórmulas definitivas para el cálculo del movimiento de la luna por el método de Hill-Brown y con la notación usada por Henri Poincaré en el Tomo III de su curso de Mecánica Celeste

Julio Garavito Armero

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1945, 6 (24):560-570.



Julio Garavito Armero (1865-1920)

La figura de Julio Garavito Armero delinea el perfil del científico colombiano de los albores del siglo 20. Astrónomo, matemático, ingeniero y economista, comparable con los sabios Mutis y Caldas quienes marcaron nuestro nivel científico en el siglo 19, Garavito mostró su talento matemático desde sus años de escolar en el Colegio de San Bartolomé. En 1891 se graduó de ingeniero en la Universidad Nacional de Colombia, y fue nombrado director del Observatorio Astronómico Nacional, cargo en el que permaneciera por 27 años. La admiración, propia de su época, por la mecánica de Newton, lo hizo oponerse a la naciente Teoría de Relatividad y a las geometrías no euclidianas. No obstante, el estudio de las fluctuaciones lunares, su mayor aporte a la mecánica celeste, mereció que la Unión Astronómica Internacional bautizara un cráter lunar con su nombre en 1970. En 1965, el gobierno colombiano instauró la Orden al Mérito *Julio Garavito* para exaltar los valores de la ingeniería del país.

Este artículo de Julio Garavito Armero es un abigarrado conjunto de expresiones matemáticas con sólo las indicaciones necesarias para seguir su desarrollo. Comienza en la página 560 y finaliza al inicio de la 568. De allí hasta la página 570, la Dirección de la Revista aportó, en 1945, once notas técnicas relativas a las dificultades matemáticas del movimiento de la luna, y una nota sobre la pertinencia del aporte de Garavito en el contexto internacional de la época, marcado por los trabajos de John William Hill, Ernst William Brown y Henri Poincaré, en los que se basara el científico colombiano.

Garavito propuso un método propio para generar tablas lunares que pudieran superar las *Tables of the Motion of the Moon*, obra maestra de Brown publicada en 1919, la que se basó en trabajos previos de Hill. A pesar de ser las mejores de su época (superadas apenas en la década de los 80), la complejidad del movimiento lunar obligó a ajustar sus datos "empíricamente". Este tipo de dificultades relacionadas con las tablas lunares había sido analizado con anterioridad por Poincaré, varias veces nominado al Premio Nóbel de Física sin recibirlo nunca, en sus *Leçons de mécanique céleste*, cuyo tomo III se publicó en 1910. Garavito no sólo aportó una respuesta original para un problema de frontera científica en astronomía de posición, sino que lo hizo intentando superar la mejor respuesta lograda en su momento, una conducta característica de los investigadores genuinos. Por las razones anteriores, la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales presenta este artículo de Julio Garavito Armero en conjunto con las notas explicativas de 1945, cómo un clásico de la literatura científica colombiana del siglo 20.

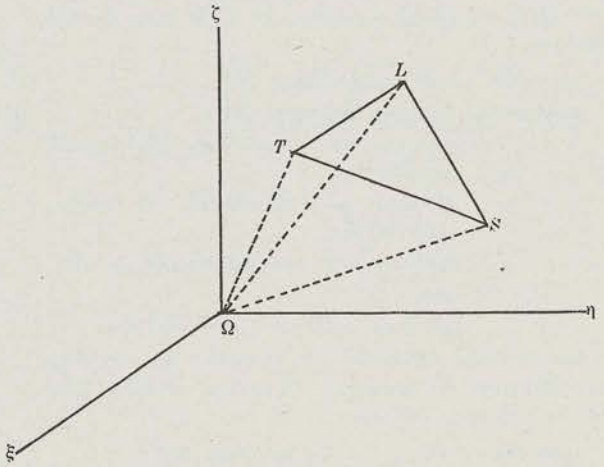
Román Castañeda Sepúlveda, Ph.D.
Miembro de Número

FORMULAS DEFINITIVAS PARA EL CALCULO DEL MOVIMIENTO DE LA LUNA POR EL METODO HILL-BROWN, Y CON LA NOTACION USADA POR HENRI POINCARE EN EL TOMO III DE SU CURSO DE MECANICA CELESTE

JULIO GARAVITO ARMERO
Director del Observatorio Astronómico Nacional, de 1893 a 1919

1 — ECUACION VECTORIAL

Representemos por T L y S respectivamente los vectores: ΩT ΩL y ΩS que definen las posiciones absolutas de la tierra, la luna y el sol con relación a un sistema de coordenadas fijo en el espacio: $\Omega\,\xi\,\eta\,\zeta$ (fig. 1); por m_0 m_1 y M las masas de la tierra, la luna y el sol, y por f la atracción de la unidad de masa sobre la unidad de distancia.



Las ecuaciones de movimiento de la luna y de la tierra, después de divididas por las respectivas masas son:

$$\frac{d^2L}{dt^2} = \frac{fm_0}{r^3}[T-L] + \frac{fM}{R^3}[S-L] \qquad (I)_a$$

$$\frac{d^2T}{dt^2} = \frac{fm_1}{r^3}[L-T] + \frac{fM}{R^3}[S-T] \qquad (I)_a$$

Restando la primera ecuación de la segunda, se halla:

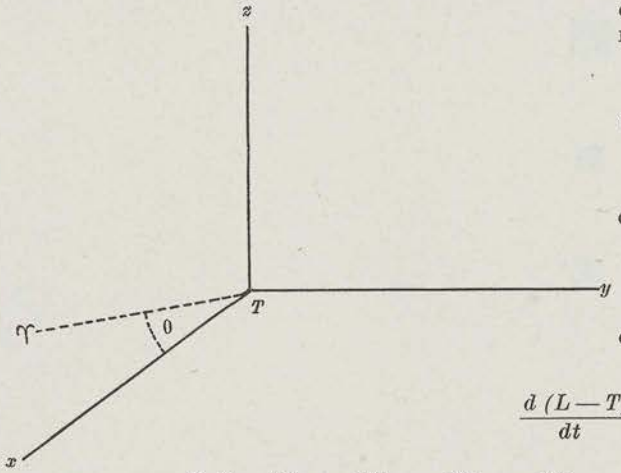
$$\frac{d^2(L-T)}{dt^2} = -\frac{f(m_0+m_1)}{r^3}[L-T] + \frac{fM}{R^3}[S-L] - \frac{fM}{R^3}[S-T] \qquad (I)$$

Tal es la ecuación vectorial que representa el movimiento relativo de la luna con relación a la tierra.

* * *

2 — ECUACIONES DE MOVIMIENTO DE LA LUNA CON RELACION A EJES GIRATORIOS

Tomemos (fig. 2.) un sistema coordenado con origen en la tierra, por plano x T y el plano de la eclíptica y por eje Tx la línea que va de la tierra al sol. Llamemos u v y w los versores de los ejes Tx Ty Tz respectivamente. Si representamos por θ la longitud del sol ΥTS tenemos:



$$u = e^{\theta i} \qquad v = e^{\left(\theta+\frac{\pi}{2}\right)i} \qquad w = \text{Const.}$$

Además, representando por x y z las coordenadas cartesianas de la luna, tendremos:

$$L - T = ux + vy + wz. \qquad (a)$$

Derivando dos veces sucesivas a $(L-T)$ con relación a t tendremos:

$$\frac{d(L-T)}{dt} = u\frac{dx}{dt} + v\frac{dy}{dt} + w\frac{dz}{dt} + x\frac{du}{dt} + y\frac{dv}{dt} \qquad (a)^{I}$$

$$\frac{d^2(L-T)}{dt^2} = u\frac{d^2x}{dt^2} + v\frac{d^2y}{dt^2} + w\frac{d^2z}{dt^2} + 2\frac{du}{dt}\cdot\frac{dx}{dt} + 2\frac{dv}{dt}\cdot\frac{dy}{dt} + x\frac{d^2u}{dt^2} + y\frac{d^2v}{dt^2} \qquad (a)^{II}$$

Puesto que $w =$ constante y $\qquad \frac{dw}{dt} = o \qquad \frac{d^2w}{dt^2} = o.$

Ahora bien, puesto que $u = e^{\theta i}$ y $v = e^{\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right) i}$ tendremos:

$$\frac{du}{dt} = i e^{\theta i} \frac{d\theta}{dt} = e^{\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right) i} \frac{d\theta}{dt} = v \frac{d\theta}{dt} \quad \therefore \quad \frac{dv}{dt} = i e^{\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right) i} \frac{d\theta}{dt} = e^{(\theta + \pi) i} \frac{d\theta}{dt} = -e^{\theta i} \frac{d\theta}{dt} = -u \frac{d\theta}{dt}$$

Así: $\frac{du}{dt} = v \frac{d\theta}{dt} \quad \therefore \quad \frac{dv}{dt} = -u \frac{d\theta}{dt} \quad \therefore \quad \frac{d^2u}{dt^2} = \frac{dv}{dt} \cdot \frac{d\theta}{dt} + v \frac{d^2\theta}{dt^2} = -u \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 + v \frac{d^2\theta}{dt^2}$

$$\frac{d^2v}{dt^2} = -\frac{du}{dt} \cdot \frac{d\theta}{dt} - u \frac{d^2\theta}{dt^2} = -v \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 - u \frac{d^2\theta}{dt^2}.$$

Pongamos para simplificar $n_2 = \frac{d\theta}{dt}$ $\qquad n'_2 = \frac{d^2\theta}{dt^2}$.

Así tendremos: $\frac{du}{dt} = n_2 v \quad \therefore \quad \frac{dv}{dt} = -n_2 u \quad \therefore \quad \frac{d^2u}{dt^2} = -n^2_2 u + n'_2 v \quad \therefore \quad \frac{d^2v}{dt^2} = -n^2_2 v - n'_2 u.$

Así se tendrá para la ecuación vectorial de la posición de la luna:

$$\frac{d^2(L-T)}{dt^2} = u \frac{d^2x}{dt^2} + v \frac{d^2y}{dt^2} + w \frac{d^2z}{dt^2} + 2vn_2 \frac{dx}{dt} - 2un_2 \frac{dy}{dt} + x(n'_2 v - n^2_2 u) - y(n^2_2 v + n'_2 u) \qquad (a)^{III}$$

O bien:

$$\frac{d^2(L-T)}{dt^2} = u \left[\frac{d^2x}{dt^2} - 2n_2 \frac{dy}{dt} - n^2_2 x - n'_2 y\right] + v \left[\frac{d^2y}{dt^2} + 2n_2 \frac{dx}{dt} + n'_2 x - n^2_2 y\right] + w \frac{d^2z}{dt^2} \qquad (a)^{IV}$$

Además se tiene para las cantidades que figuranen el 2º miembro de (I):

$$-\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3}(ux + vy + wz) + \frac{fM}{R'^3}(Ru - ux - vy - w^2) - \frac{fM}{R^3}(Ru) =$$

$$= u\left[-\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3} x + fM\left(\frac{R-x}{R'^3} - \frac{1}{R^2}\right)\right] + v\left[-\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3} y - \frac{fM}{R'^3} y\right] + w\left[-\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3} z - \frac{fM}{R'^3} z\right]$$

Sustituyendo en (I) e igualando los coeficientes de los mismos versores se tendrán las ecuaciones buscadas, así:

$$\begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} - 2n_2 \frac{dy}{dt} - n^2_2 x - n'_2 y = -\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3} x + fM\left[\frac{R-x}{R'^3} - \frac{1}{R^2}\right] \\ \frac{d^2y}{dt^2} + 2n^2_2 \frac{dx}{dt} - n^2_2 y + n'_2 x = -\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3} - fM \frac{y}{R'^3} \\ \frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3} z - fM \frac{z}{R'^3} \end{cases} \qquad (II)$$

* * *

3 – SIMPLIFICACION DE LAS ECUACIONES (II)

La distancia de la luna a la tierra es cerca de la cuatroceava parte de la distancia de la tierra al sol, y así resulta que $R - x$ difiere en una cantidad de 2º orden de R'. El último término del segundo miembro de la primera ecuación se reduce a

$$fM\left(\frac{1}{R'^2} - \frac{1}{R^2}\right) = \frac{fM}{R^2 R'^2}(R^2 - R'^2) = \frac{fM}{R^2 R'^2}[R^2 - (R^2 - 2Rr\cos D + r^2)] = \frac{fM}{R^2 R'^2}(2Rx\cos D - r^2) =$$

$$\frac{fM}{R R'^2}\left[2x - r\frac{r}{R}\right]$$

Las ecuaciones (II) se reducen, pues, a las siguientes, sin haber perdido nada de su exactitud:

$$\begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} - 2n_2 \frac{dy}{dt} - n^2 x - n'_2 y = -\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3} x + \frac{fM}{RR'^2}\left[2x - r\frac{r}{R}\right] \\ \frac{d^2y}{dt^2} + 2n_2 \frac{dx}{dt} - n^2_2 y + n'_2 x = -\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3} y - \frac{fM}{R'^3} y \\ \frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{f(m_0 + m_1)}{r^3} z - \frac{fM}{R'^3} z. \end{cases} \qquad (II)'$$

4 – ECUACIONES DE HILL

Si se desprecian la paralaje solar, la excentricidad de la órbita terrestre y la inclinación de la órbita lunar se hará en (II)′.

$R = R'$ $\quad n'_2 = o$ $\quad n_2 =$ constante, y, en fin: $\quad z = z' = z'' = o.$ Entonces tendremos dos ecuaciones en lugar de tres, a saber:

$$\frac{d^2x}{dt^2} - 2n_2\frac{dy}{dt} - 3n^2{}_2x = -\frac{f(m_0+m_1)}{r^3}x \qquad \therefore \qquad \frac{d^2y}{dt^2} + 2n_2\frac{dx}{dt} = -\frac{f(m_0+m_1)}{r^3}y. \tag{III}$$

Puesto que $\frac{fM}{R^3} = n^2{}_2$ ya que la órbita terrestre se haría circular.

Tales son las llamadas ecuaciones de Hill.

Llamemos r y θ el radio vector de la luna y su longitud con relación a un equinoxio fijo. Llamemos n_1 el valor medio de $\frac{d\theta}{dt}$ y pongamos para nueva variable $\tau = (n_1 - n_2)t$. Si pues, llamamos $p = f(t)$ a una función de t, tendremos, derivando con relación a τ y llamando p' y p'' a las derivadas con relación a τ: $p' = \frac{dp}{dt}\cdot\frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{n_1 - n_2}\cdot\frac{dp}{dt}$ $\therefore$ $p'' = \frac{1}{(n_1-n_2)^2}\cdot\frac{d^2p}{dt^2}$. Dividiendo, pues, las ecuaciones de Hill por $(n_1 - n_2)^2$ y representando por x' x'' e y' y'' las derivadas primeras y segundas de las coordenadas con relación a τ tendremos:

$$x'' - \frac{2n_2}{n_1-n_2}y' - \frac{3n^2{}_2}{(n_1-n_2)}x = -\frac{f(m_0+m_1)}{(n_1-n_2)^2}\cdot\frac{x}{r^3} \qquad \therefore \qquad y'' + \frac{2n_2}{n_1-n_2}x' = -\frac{f(m_0+m_1)}{(n_1-n_2)^2}\cdot\frac{y}{r^3}$$

Pongamos para simplificar: $m = \frac{n_2}{n_1 - n_2}$ $\qquad \mu = \frac{f(m_0+m_1)}{(n_1-n_2)^2}$ (A).

Así tendremos: $\quad x'' - 2my' - 3m^2x + \frac{\mu}{r^3}x = o \qquad y'' + 2mx' + \frac{\mu}{r^3}y = o$ $\qquad$ (III)^1

Si multiplicamos la primera por $dx = x'd\tau$ y la segunda por $dy = y'd\tau$ y las sumamos, se tendrá, después de integrar: $\quad {}^1/_2(x'^2 + y'^2) - {}^3/_2 m^2x^2 - \frac{\mu}{r} = C.$ Que es la integral de Jacobi.

* * *

5 – ECUACIONES DE POINCARE

En lugar de considerar el sistema (III) o (III)′ consideremos un sistema más general, de acuerdo con Poncairé, a saber:

$$x'' - 2py' - {}^3/_2 p^2x - {}^3/_2 m^2x + \frac{\mu x}{r^3} = o \qquad y'' + 2px' - {}^3/_2 p^2y + {}^3/_2 m^2y + \frac{\mu y}{r^3} = o \tag{IV}$$

$${}^1/_2(x'^2 + y'^2) - {}^3/_4 p^2(x^2 + y^2) - {}^3/_4 m^2(x^2 - y^2) - \frac{\mu}{r} = C.$$

Estas ecuaciones se reducen a las de Hill cuando se hace $p = m$. Siendo la última la que corresponde a la integral de Jacobi.

Multipliquemos primeramente la primera ecuación por x, la segunda por y y la tercera por uno y sumémoslas. Luégo multipliquemos la primera por y la segunda por $(-x)$ y la tercera por cero y sumémoslas también. Tedremos:

$$\begin{aligned} &xx'' + yy'' + 2p(yx' - xy') + {}^1/_2(x'^2 + y'^2) - {}^9/_4 p^2(x^2 + y^2) - {}^9/_4 m^2(x^2 - y^2) = C. \\ &yx'' - xy'' - 2p(xx' + yy') - 3m^2xy = 0. \end{aligned} \tag{IV}^1$$

Hagamos el siguiente cambio de variables: $u = x + yi$ $\quad s = x - yi$. Así tendremos:

$2x = u + s$ $\quad 2iy = u - s$ $\quad 2x' = u' + s'$ $\quad 2iy' = u' - s'$ $\quad 2x'' = u'' + s''$ $\quad 2iy'' = u'' - s''$.

De donde se deduce: $\quad 4x^2 = u^2 + s^2 + 2us \qquad 4xx' = uu' + ss' + us' + su'$

$$4xx'' = uu'' + ss'' + us'' + su'' \qquad 4x'^2 = u'^2 + s'^2 + 2u's' \qquad 4y^2 = 2us - u^2 - s^2$$

$$4yy' = us' + su' - uu' - ss' \qquad 4yy'' = us'' + su'' - uu'' - ss''.$$

$$4y'^2 = 2u's' - u'^2 - s'^2 \qquad 4xy' = i(us' + ss' - uu' - su') \qquad 4yx' = i(su' + ss' - uu' - us')$$

$$4xy = i(s^2 - u^2) \qquad 4xy'' = i(us'' + ss'' - uu'' - su'') \qquad 4yx'' = i(su'' + ss'' - uu'' - us'')$$

Multiplicando las ecuaciones (IV)^{I} por 4 se tendrá:

$$\begin{aligned} &4xx'' + 4yy'' + 2p\,(4yx' - 4xy') + {}^1/_2\,(4x'^2 + 4y'^2) - {}^9/_4\,p^2\,(4x^2 - 4y^2) - {}^9/_4\,m^2\,(4x^2 - 4y^2) = C. \\ &4yx'' - 4xy'' - 2p\,(4xx' + 4yy') - 3m^2\,(4xy) = o. \end{aligned} \qquad (IV)^{II}$$

Substituyendo en éstos los valores hallados obtendremos: $uu'' + ss'' + us'' + su'' + us'' + su'' -$

$$\begin{aligned} &- uu'' - ss'' + 2pi\,(su' + ss' - uu' - us' + uu' + su' - ss' - us') + {}^1/_2\,(u'^2 + s'^2 + 2u's' + 2u's' - u'^2 - s'^2) \\ &- {}^9/_4\,p^2\,(u^2 + s^2 + 2us - u^2 - s^2 + 2us) - {}^9/_4\,m_2\,(u^2 + s^2 + 2us + u^2 + s^2 - 2us) = 4\ C. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &i\,(su'' + ss'' - uu'' - us'' + uu'' + su'' - ss'' - us'') + 2pi^2\,(uu' + ss' + us' + su' + us' + su' - uu' - ss') - \\ &- 3m^2 i\,(us + s^2 - u^2 - su) = o. \end{aligned}$$

Reduciendo se halla:

$$\begin{aligned} &2\,(us'' + su'') + 2pi\,[2\,(su' - us')] + \frac{4u's'}{2} - {}^9/_4\,p^2.\,4us - {}^9/_4\,m^2\,[2\,(u^2 + s^2)] = 4\ C. \\ &i\,[2su'' - 2us'' + 2pi\,(2us' + 2su') - 3m^2\,(s^2 - u^2)] = o. \end{aligned} \qquad (IV)^{III}$$

O bien:

$$\begin{aligned} &us'' + su'' + 2pi\,(su' - us') + u's' - {}^9/_2\,p^2 us - {}^9/_4\,m^2\,(u^2 + s^2) = 2\ C. \\ &su'' - us'' + 2pi\,(us' + su') - {}^3/_2\,m^2\,(s^2 - u^2) = o. \end{aligned} \qquad (IV)^{IV}$$

Restando de la primera la segunda y luégo sumándolas, se hallará, después de dividir por 2:

$$\begin{aligned} &us'' - 2pi\,us' + \frac{u's'}{2} - {}^9/_4\,p^2\,us = \frac{m^2}{8}\,(15\,u^2 + 3s^2) + C. \\ &su'' + 2pi\,su' + \frac{u's'}{2} - {}^9/_4\,p^2\,us = \frac{m^2}{8}\,(15\,s^2 + 3u^2) + C. \end{aligned} \qquad (V)$$

* * *

Después de desarrollada la solución de las ecuaciones (V) según las potencias crecientes de m^2 se hará $p = m$ para que las ecuaciones (V) se hagan idénticas a las de Hill.

Emplearemos la notación de H. Poincaré (Mecanique celéste—Tom. III. Nos. 327. etc.). Las ecuaciones en cuestión admiten un solución periódica, que no es la solución general, pero la que contiene los términos del *grado cero,* y con ellos la desigualdad conocida desde la Edad Media con el nombre de *Variación,* y la cual nos proponemos desarrollar.

Pongamos:

$$\hat{\omega} = \frac{u}{\zeta} = u\zeta^{-1} = u_0 + m^2 u_1 + m^4 u_2 + \ldots\ldots + m^{2q} u_q + \ldots$$

$$\sigma = \frac{s}{\zeta^{-1}} = s\zeta = s_0 + m^2 s_1 + m^4 s_2 \ldots\ldots m^{2q} s_q + \ldots$$

Tenemos:

$$\zeta = e^{i\tau} \qquad \zeta' = i\,e^{i\tau} = i\zeta \qquad \zeta'' = -\,e^{i\tau} = -\zeta \qquad \zeta^{-1} = e^{-i\tau}$$

$$(\zeta^{-1})' = -\,i\,e^{-i\tau} = -\,i\,\zeta^{-1} \qquad (\zeta^{-1})'' = -\,\zeta^{-1}$$

Además tenemos: $u = \zeta\,\hat{\omega}$ $\quad u' = \zeta\,\hat{\omega}' + \hat{\omega}\,\zeta' = \zeta\,(\hat{\omega}' + i\hat{\omega})$ $\quad u'' = \zeta\,(\hat{\omega}'' + i\hat{\omega}') + \zeta'\,(\hat{\omega}' + i\hat{\omega}) =$

$$= \zeta\,[\hat{\omega}'' + i\hat{\omega}' + i\,(\hat{\omega}' + i\hat{\omega})] = \zeta\,(\hat{\omega}'' - \hat{\omega} + 2i\hat{\omega}') \qquad s = \zeta^{-1}\sigma \qquad s' = \zeta^{-1}\sigma' + \sigma\,(\zeta^{-1})' = \zeta^{-1}\,(\sigma' - i\sigma)$$

$$s'' = \zeta^{-1}\,(\sigma'' - i\sigma') + (\zeta^{-1})'\,(\sigma' - i\sigma) = \zeta^{-1}\,[\sigma'' - i\sigma' - i\,(\sigma' - i\sigma)] = \zeta^{-1}\,(\sigma'' - \sigma - 2i\sigma')$$

También se tiene: $us = \zeta\hat{\omega}.\,\zeta^{-1}\sigma = \hat{\omega}\sigma$ $\quad us' = \zeta\hat{\omega}.\,\zeta^{-1}\,(\sigma' - i\sigma) = \hat{\omega}\,(\sigma' - i\sigma)$

$us'' = \zeta\hat{\omega}.\,\zeta^{-1}\,(\sigma'' - \sigma - 2i\sigma') = \hat{\omega}\,(\sigma'' - \sigma - 2i\sigma')$ $\quad u^2 = \zeta^2\,\hat{\omega}^2$ $\quad u's' = \zeta\,(\hat{\omega}' + i\hat{\omega}).\,\zeta^{-1}\,(\sigma' - i\sigma) =$

$$= (\hat{\omega}' + i\hat{\omega})\,(\sigma' - i\sigma)$$

$su = \zeta^{-1}\sigma.\,\zeta\hat{\omega} = \sigma\hat{\omega}$ $\quad su' = \zeta^{-1}\sigma.\,\zeta\,(\hat{\omega}' - i\hat{\omega}) = \sigma\,(\hat{\omega}' + i\hat{\omega})$ $\quad su'' = \zeta^{-1}\sigma.\,\zeta\,(\hat{\omega}'' - \hat{\omega} + 2i\hat{\omega}') =$

$$= \sigma\,(\hat{\omega}'' - \hat{\omega} + 2i\hat{\omega}') \qquad s^2 = \zeta^{-2}\,\sigma^2 \qquad u's' = \hat{\omega}'\sigma' + \hat{\omega}\sigma + i\,(\hat{\omega}\sigma' - \sigma\hat{\omega}')$$

Sustituyendo en (V) se obtiene:

$$\begin{cases} \hat{\omega}\,(\sigma'' - \sigma - 2i\sigma') - 2pi\hat{\omega}\,(\sigma' - i\sigma) + {}^1/_2\,[\hat{\omega}'\sigma' + \hat{\omega}\sigma + i\,(\hat{\omega}\sigma' - \sigma\hat{\omega}')] - {}^9/_4\,p^2\,\hat{\omega}\sigma = \\ \qquad = C + \dfrac{m^2}{8}\,(15\,\zeta^2\,\hat{\omega}^2 + 3\zeta^{-2}\,\sigma^2) \\ \sigma\,(\hat{\omega}'' - \hat{\omega} + 2i\hat{\omega}') + 2pi\sigma\,(\hat{\omega}' + i\hat{\omega}) + {}^1/_2\,[\hat{\omega}'\sigma' + \hat{\omega}\sigma + i\,(\hat{\omega}\sigma' - \sigma\hat{\omega}')] - {}^9/_4\,p^2\,\hat{\omega}\sigma = \\ \qquad = C + \dfrac{m^2}{8}\,(15\,\zeta^{-2}\,\sigma^2 + 3\zeta^{-2}\,\hat{\omega}^2) \end{cases} \qquad (V)'$$

Sustituyendo los valores de $\hat{\omega}$ $\hat{\omega}'$ $\hat{\omega}''$ σ σ' σ'' y C en función de m e igualando en ambos miembros los coeficientes de las mismas potencias de esta cantidad se obtiene sucesivamente:

Coeficientes de m^0 $\begin{cases} u_0\,[s''_0 - s_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + 1/2\,u'_0\,(s'_0 - is_0) = C_0. \\ s_0\,[u''_0 - u_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + 1/2\,s'_0\,(u'_0 + iu_0) = C_0. \end{cases}$

Las cuales se satisfacen para

$$u_0 = 1 \qquad s_0 = 1 \qquad u'_0 = o \qquad s'_0 = o \qquad u''_0 = o \qquad s''_0 = o \qquad \text{y} \qquad C_0 = -1/2 - 2p - 9/4\,p^2.$$

Las ecuaciones que nos dan los coeficientes de m^2 son:

Coeficientes de m^2

$$u_1\,[s''_0 - s_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + u_0\,[s''_1 - s_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + \\ + 1/2\left\{ u'_0\,(s'_1 - is_0) + u'_1(s'_0 - is_0) \right\} = C_1 + 1/8\,(15\,\zeta^2\,u_0 + 3\,\zeta^{-2}\,s_0).$$

$$s_1\,[u''_0 - u_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + s_0\,[u''_1 - u_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + \\ + 1/2\left\{ s'_0\,(u'_1 + iu_1) + s'_1\,(u'_0 + iu_0) \right\} = C_1 + 1/8\,(15\zeta^{-2}s_0 + 3\zeta^2\,u_o)$$

Notando que $u_0 = s_0 = 1$ $\qquad u'_0 = s'_0 = u''_0 = s''_0 = o$ $\qquad$ se tendrá:

Coeficientes de m^2

$$s''_1 - i\,(3/2 + 2p)\,s'_1 - (1/2 + 2p + 9/4\,p^2)\,s_1 - 1/2\,iu'_1 - (1/2 + 2p + 9/4\,p^2)\,u_1 = C_1 + 1/8\,(15\zeta^2 + 3\zeta^{-2})$$
$$u''_1 + i\,(3/2 + 2p)\,u'_1 - (1/2 + 2p + 9/4\,p^2)\,s_1 + 1/2\,is'_1 - (1/2 + 2p + 9/4\,p^2)\,s_1 = C_1 + 1/8\,(15\zeta^{-2} + 3\zeta^2).$$

Estas ecuaciones son lineales, de coeficientes constantes y con segundo miembro, y se integran fácilmente como lo veremos más adelante. Por lo pronto formaremos las parejas de ecuaciones correspondientes a los coeficientes de m^4, m^6, m^8 *etc.* Pero antes de continuar desarrollaremos los segundos miembros de las ecuaciones (V)′ según las diversas potencias de m^2 para lo cual principiaremos por los desarrollos de $\hat{\omega}^2$ y σ^2. Tendremos:

$$\hat{\omega}^2 = (u_0 + m^2\,u_1 + m^4\,u_2 + m^6\,u_3 + m^8\,u_4 + \ldots + m^{2q}\,u_q + \ldots)\,(u_0 + m^2\,u_1 + m^4\,u_2 + m^6\,u_3 + m^8\,u_4 + \\ + \ldots + m^{2q}\,u_q + \ldots).$$

Así:
$$\hat{\omega}^2 = u^2_0 + m^2\,(2u_0\,u_1) + m^4\,(2u_0\,u_2 + u^2_1) + m^6\,(2u_0\,u_3 + 2u_1\,u_2) + m^8\,(2u_0\,u_4 + 2u_1\,u_3 + u^2_2) + \\ + m^{10}\,(2u_0\,u_5 + 2u_1\,u_4 + 2u_2\,u_3) + m^{12}\,(2u_0\,u_6 + 2u_1\,u_5 + 2u_2\,u_4 + u^2_3) + \ldots$$
$$\sigma^2 = s^2_0 + m^2\,(2s_0\,s_1) + m^4\,(2s_0\,s_2 + s^2_1) + m^6\,(2s_0\,s_3 + 2s_1\,s_2) + m^8\,(2s_0\,s_4 + 2s_1\,s_3 + s^2_2) + \\ + m^{10}\,(2s_0\,s_5 + 2s_2\,s_4 + 2s_2\,s_3) + m^{12}\,(2s_0\,s_6 + 2s_1\,s_5 + 2s_2\,s_4 + s^2_3) + \ldots$$

Los segundos miembros de la ecuación en cuestión serán:

$$C + \frac{m^2}{8}[15\,\zeta^2\,\hat{\omega}^2 + 3\zeta^{-}\sigma^2] = C_0 + [C_1 + 15/8\,\zeta^2\,u^2_0 + 3/8\,\zeta^{-2}\,s^2_0]\,m^2 + [C_2 + 15/4\,\zeta^2\,u_0\,u_1 + 3/4\,\zeta^{-2}\,s_0\,s_1]\,m^4 + \\ [C_3 + 15/8\,\zeta^2\,(2u_0\,u_2 + u^2_1) + 3/8\,\zeta^{-2}\,(2s_0\,s_2 + s^2_1)]\,m^6 + [C_4 + 15/4\,\zeta^2\,(u_0\,u_3 + u_1\,u_2) + 3/4\,\zeta^{-2}\,(s_0\,s_3 + s_1 s_2)]\,m^8 \\ + [C_5 + 15/8\,\zeta^2\,(2u_0\,u_4 + 2u_1\,u_3 + u^2_2) + 3/8\,\zeta^{-2}\,(2s_0\,s_4 + 2s_1\,s_3 + s^2_2)]\,m^{10} + \\ + [C_6 + 15/4\,\zeta^2\,(u_0\,u_5 + u_1\,u_4 + u_2\,u_3) + 3/4\,\zeta^{-2}(s_0\,s_5 + s_1\,s_4 + s_2\,s_3)]\,m^{12} + \ldots.$$

$$C + \frac{m^2}{8}[15\,\zeta^{-2}\,\sigma^2 + 3\zeta^2\,\hat{\omega}^2] = C_0 + [C_1 + 15/8\,\zeta^{-2}\,s^2_0 + 3/8\,\zeta^2\,u^2_0]\,m^2 + [C_2 + 15/4\,\zeta^{-2}\,s_0\,s_1 + 3/4\,\zeta^2\,u_0\,u_1]\,m^4 + \\ [C_3 + 15/8\,\zeta^{-2}\,(2s_0\,s_2 + s^2_1) + 3/8\,\zeta^{-2}\,(2u_0\,u_2 + u^2_1)]\,m^6 + [C_4 + 15/4\,\zeta^{-2}\,(s_0\,s_3 + s_1\,s_2) + 3/4\,\zeta^2\,(u_0\,u_2 + u_1\,u_2)]\,m^8 \\ + [C_5 + 15/8\,\zeta^{-2}\,(2s_0\,s_4 + 2s_1\,s_2 + s^2_2) + 3/8\,\zeta^2\,(2u_0\,u_4 + u_1\,u_3 + u^2_2)]\,m^{10} + \\ + [C_6 + 15/4\,\zeta^{-2}\,(s_0\,s_5 + s_1\,s_4 + s_2\,s_3) + + 3/4\,\zeta^2\,(u_0\,u_5 + u_1\,u_4 + u_2\,u_3)]\,m^{12} + \ldots$$

Sustituyendo los desarrollos en las ecuaciones (V)′ e igualando los coeficientes de las mismas potencias de m se halla:

Coeficientes m^0

$$\begin{cases} u_0\,[s''_0 - s_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_0}{2}\,(s'_0 - is_0) = C_0 \\ s_0\,[u''_0 - u_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_0}{2}\,(u'_0 - iu_0) = C_0 \end{cases}$$

Coeficientes m^2

$$\begin{cases} u_1\,[s''_0 - s_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_1}{2}(s'_0 - is_0) + u_0\,[s''_1 - s_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - \\ - is'_1\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_0}{2}(s'_1 - is_1) = C_1 + 15/8\,\zeta^2\,u^2_0 + 3/8\,\zeta^{-2}\,s^2_0 \\ s_1\,[u''_0 - u_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_1}{2}(u'_0 + iu_0) + s_0\,[u''_1 - u_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + \\ + iu'_1\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_0}{2}(u'_1 + iu_1) = C_1 + 15/8\,\zeta^{-2}\,s^2_0 + 3/8\,\zeta^2\,u^2_0 \end{cases}$$

Coeficientes de m^4

$$\begin{cases} u_2\,[s''_0 - s_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_2}{2}(s'_0 - is_0) + u_1\,[s''_1 - s_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - \\ - is'_1\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_1}{2}(s'_1 - is'_1) + u_0\,[s''_2 - s_2\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_2\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_0}{2}(s'_2 - is_2) = \\ = C_2 + 15/4\,\zeta^2\,u_0\,u_1 + 3/4\,\zeta^{-2}\,s_0\,s_1 \\ s_2\,[u''_0 - u_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_2}{2}(u'_0 + iu_0) + s_1\,[u''_1 - u_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + \\ + iu'_1\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_1}{2}(u'_1 + iu_1) + s_0\,[u''_2 - u_2\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_2(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_0}{2}(u'_2 + iu_2) = \\ = C_2 + 15/4\,\zeta^{-2}\,s_0\,s_1 + 3/4\,\zeta^2\,u_0\,u_1 \end{cases}$$

Coeficientes m^6

$$\begin{cases} u_3\,[s''_0 - s_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_3}{2}(s'_0 - is_0) + u_2\,[s''_1 - s_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - \\ - is'_1\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_2}{2}(s'_1 - is_1) + u_1\,[s''_2 - s_2\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_2\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_1}{2}(s'_2 - is_1) + \\ + u_0\,[s''_3 - s_2\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_3\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_0}{2}(s'_3 - is_0) = C_3 + 15/8\,\zeta^2\,(2u_0\,u_2 + u^2_1) + \\ + 3/8\,\zeta^{-2}\,(2s_0\,s_2 + s^2_1) \\ s_3\,[u''_0 - u_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_3}{2}\,(u'_0 + iu_0) + s_2\,[u''_1 - u_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + \\ + iu'_1\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_2}{2}(u'_1 + iu_1) + s_1\,[u''_2 - u_2\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_2\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_1}{2}(u'_2 - iu_2) + \\ + s'_0\,[u''_3 - u_3\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_3\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_0}{2}\,(u'_3 + iu_3) = C_3 + 15/8\,\zeta^{-2}\,(2s_0\,s_2 + s^2_1) + \\ + 3/8\,\zeta^2\,(2u_0\,u_2 + u^2_1) \end{cases}$$

Coeficientes de m^8

$$\begin{cases} u_4\,[s''_0 - s_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_4}{2}\,(s'_0 - is_0) + u_3\,[s''_1 - s_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - \\ - is'_1\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_3}{2}(s'_1 - is) + u_2\,[s''_2 - s_2\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_2\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_2}{2}\,(s'_2 - is_2) + \\ + u_1\,[s''_3 - s_3\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_3\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_1}{2}\,(s'_3 - is_3) + u_0\,[s''_4 - s_4\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - \\ - is'_4\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{u'_0}{2}\,(s'_4 - is_4) = C_4 + 15/4\,\zeta^2\,(u_0\,u_3 + u_1\,u_2) + 3/4\,\zeta^{-2}\,(s_0\,s_3 + s_1\,s_2) \\ s_4\,[u''_0 - u_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_4}{2}\,(u'_0 + iu_0) + s_3\,[u''_1 - u_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + \\ + iu'_1\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_3}{2}(u'_1 + iu_1) + s_2\,[u''_2 - u_2\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_2\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_2}{2}(u'_2 + iu_2) + \\ + s_1\,[u''_3 - u_3\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_3\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_1}{2}\,(u'_3 + iu_3) + s_0\,[u''_4 - u_4\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + \\ + iu'_4\,(3/2 + 2p)] + \dfrac{s'_0}{2}\,(u'_4 - iu_4) = C_4 + 15/4\,\zeta^{-2}\,(s_0\,s_3 + s_1\,s_2) + 3/4\,\zeta^2\,(u_0\,u_3 + u_1\,u_2) \end{cases}$$

Coeficientes de m^{10}

$$\left\{\begin{array}{l} u_5\,[s''_0 - s_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_5}{2}\,(s'_0 - is_0) + u_4\,[s''_1 - s_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - \\ - is'_1\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_4}{2}(s'_1 - is_1) + u_3\,[s''_2 - s_2(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_2\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_3}{2}\,(s'_2 - is_2) + \\ + u_2\,[s''_3 - s_3(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_3\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_2}{2}\,(s'_3 - is_3) + u_1\,[s''_4 - s_4\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - \\ - is'_4\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_1}{2}\,(s'_4 - is_4) + u_0\,[s''_5 - s_5\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_5\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_0}{2}\,(s_5 - is_5) = \\ = C_5 + 15/8\,\zeta^2\,(2u_0\,u_4 + 2u_1\,u_2 + u^2_2) + 3/8\,\zeta^{-2}\,(2s_0\,s_4 + 2s_1\,s_3 + s^2_2) \\ s_5\,[u''_0 - u_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_5}{2}\,(u'_0 - iu_0) + s_4\,[u''_1 - u_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + \\ + iu'_1\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_4}{2}(u'_1 - iu_1) + s_3\,[u''_2 - u_2\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_2\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_3}{2}(u'_2 + iu_2) + \\ + s_2\,[u''_3 - u_3(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_3\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_2}{2}\,(u'_3 - iu_3) + s_1\,[u''_4 - u_4\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + \\ + iu'_3\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_1}{2}\,(u'_3 - iu_3) + s_0\,[u''_5 - u_5(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_5\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_0}{2}\,(u'_5 + iu_5) = \\ = C_5 + 15/8\,\zeta^{-2}\,(2s_0\,s_4 + 2s_1\,s_3 + s^2_2) + 3/8\,\zeta^2\,(2u_0\,u_4 + 2u_1\,u_3 + u^2_2) \end{array}\right.$$

Coeficientes de m^{12}

$$\left\{\begin{array}{l} u_6\,[s''_0 - s_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_0\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_6}{2}\,(s'_0 - is_0) + u_5\,[s''_1 - s_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - \\ - is'_1\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_5}{2}\,(s'_1 - is_1) + u_4\,[s''_2 - s_2(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_2\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_4}{2}\,(s'_2 - is_2) + \\ + u_3\,[s''_3 - s_3\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_3\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_3}{2}\,(s'_0 - is_3) + u_2\,[s''_4 - s_4\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - \\ - is'_4\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_2}{2}(s'_4 - is_4) + u_1\,[s''_5 - s_5\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_5\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_1}{2}\,(s'_5 - is_5) + \\ + u_0\,[s''_6 - s_6\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_6\,(3/2 + 2p)] + \frac{u'_0}{2}(s_6 - is_6) = C_6 + 15/4\,\zeta^2\,(u_0\,u_5 + u_1\,u_4 + u_2\,u_3) + \\ + 3/4\,\zeta^{-2}\,(s_0\,s_5 + s_1\,s_4 + s_2\,s_3) \\ s_6\,[u''_0 - u_0\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_0\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_6}{2}(u'_0 + iu_0) + s_5\,[u''_1 - u_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + \\ + iu'_1\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_5}{2}(u'_1 + iu_1) + s_4\,[u''_2 - u_2\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_2\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_4}{2}(u'_2 + iu_2) + \\ + s_3\,[u''_3 - u_3\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_3\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_3}{2}\,(u'_3 + iu_3) + s_2\,[u''_4 - u_4\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + \\ + iu'_4\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_2}{2}(u'_4 + iu_4) + s_1\,[u''_5 - u_5\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_5\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_1}{2}(u'_5 + iu_5) + \\ s_0\,[u''_6 - u_6\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_6\,(3/2 + 2p)] + \frac{s'_0}{2}\,(u'_6 + iu_6) = C_6 + 15/4\,\zeta^{-2}\,(s_0\,s_5 + s_1\,s_4 + s_2\,s_3) + \\ + 3/4\,\zeta^2\,(u_0\,u_5 + u_1\,u_4 + u_2\,u_3) \end{array}\right.$$

Las ecuaciones correspondientes a los coeficientes de m^0 se satisfacen para los siguientes valores:

$u_0 = 1 \qquad u'_0 = o \qquad u''_0 = o \qquad s_0 = 1 \qquad s'_0 = o \qquad s''_0 = o$ y $C_0 = -\,(9/4\,p^2 + 2p + 1/2)$

Sustituyendo en las ecuaciones correspondientes a los coeficientes de m^2 los valores de índice cero, se halla:

$$u_1\,[o - (1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - ix\,ox\,(2p + 3/2) + \frac{u'_1}{2}(o - i) + [s''_1 - s_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) - is'_1\,(2p + 3/2)] + \frac{o}{2}(s'_1 + is_1) = C_1 + 15/8\,\zeta^2 + 3/8\,\zeta^{-2}$$

$$s_1\,[o - (1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + i.\,o.\,(2p + 3/2)] + \frac{s'_1}{2}(o + i) + [u'' - u_1\,(1/2 + 2p + 9/4\,p^2) + iu'_1\,(2p + 3/2)] + \frac{o}{2}(u'_1 + iu_1) = C_1 + 3/8\,\zeta^2 + 15/8\,\zeta^{-2}$$

O también:

$$s''_1 - (2p + 3/2)\,is'_1 - (9/4\,p^2 + 2p + 1/2)\,s_1 - \frac{i}{2}\,u'_1 - (9/4\,p^2 + 2p + 1/2)\,u_1 = C_1 + 15/8\,\zeta^2 + 3/8\,\zeta^{-2}$$

$$u''_1 + (2p + 3/2)\,iu'_1 - (9/4\,p^2 + 2p + 1/2)\,u_1 + \frac{i}{2}\,s'_1 - (9/4\,p^2 + 2p + 1/2)\,s_1 = C_1 + 3/8\,\zeta^2 + 15/8\,\zeta^{-2}$$

Pongamos, para simplificar: $g = -C_0 = {}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2 \qquad h = 2p + {}^3/_2$

Así tendremos: $$s''_1 - his'_1 - gs_1 - \frac{i}{2}\, u'_1 - gu_1 = C_1 + {}^{15}/_8\, \zeta^2 + {}^3/_8\, \zeta^{-2}$$

$$u''_1 + hiu'_1 - gu + \frac{i}{2}\, s'_1 - gs_1 = C_1 + {}^3/_8\, \zeta^2 + {}^{15}/_8\, \zeta^{-2}$$

Busquemos los coeficientes de ζ^2 ζ^0 y ζ^{-2} en u_1 y s_1 Para lo cual pondremos:

$$u_1 = \xi_2 \zeta^2 + \xi_0 \zeta^0 + \xi_{-2} \zeta^{-2} \qquad s_1 = \eta_2 \zeta^2 + \eta_0 \zeta^0 + \eta_{-2} \zeta^{-2}$$

Así se tendrá, notando que $\zeta = e^{i\tau}$ $\zeta^1 = i\zeta$ $\zeta^{-1} = e^{-i\tau}$ $(\zeta^{-1})^1 = -i\zeta^{-1}$

$$u'_1 = 2i\, \xi_2 \zeta^2 - 2i\, \xi_{-2} \zeta^{-2} = 2i\, (\xi_2 \zeta^2 - \xi_{-2} \zeta^{-2}) \qquad \therefore \qquad s'_1 = 2i\, (\eta_2 \zeta^2 - \eta_{-2} \zeta^{-2})$$
$$u''_1 = 4i^2\, (\xi_2 \zeta^2 + \xi_{-2} \zeta^{-2}) = -4\, (\xi_2 \zeta^2 + \xi_{-2} \zeta^{-2}) \qquad \therefore \qquad s''_1 = -4\, (\eta_2 \zeta^2 + \eta_{-2} \zeta^{-2})$$

Hemos impuesto la condición $u_0 = 1$ $s_0 = 1$ En general, hemos impuesto la de que los coeficientes de ζ en $u\zeta^{-1}$ y en $s\zeta$ sean iguales a la unidad y fijando de esta manera el valor de la constante C. Pero como dicha constante aparece de la integral de Jacobi y depende del valor μ y de los valores iniciales de las coordenadas de la luna y de sus velocidades, debemos introducir una constante a_o como factor de C con el fin de satisfacer a la condición expresada. Esta corrección la hacemos al final de estos cálculos

Sustituyendo los valores de u_1 u'_1 u''_1 s_1 s'_1 y s''_1 en las ecuaciones anteriores, tendremos:

$$-4\, (\eta_2 \zeta^2 + \eta_{-2} \zeta^{-2}) + 2\, (2p + {}^3/_2)\, (\eta_2 \zeta^2 - \eta_{-2} \zeta^{-2}) - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)\, (\eta_0 \zeta^2 + \eta_0 \zeta^0 + \eta_{-2} \zeta^{-2}) +$$
$$+ (\xi_2 \zeta^2 - \xi_{-2} \zeta^{-2}) - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)\, (\xi_2 \zeta^2 + \xi_0 \zeta^0 + \xi_{-2} \zeta^{-2}) = C_1 + {}^{15}/_8\, \zeta^2 + {}^3/_8\, \zeta^{-2}$$
$$-4\, (\xi_2 \zeta^2 + \xi_{-2} \zeta^{-2}) - 2\, (2p + {}^3/_2)\, (\xi_2 \zeta^2 - \xi_{-2} \zeta^{-2}) - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)\, (\xi_2 \zeta^2 + \xi_0 \zeta^0 + \xi_{-2} \zeta^{-2})$$
$$- (\eta_2 \zeta^2 - \eta_{-2} \zeta^{-2}) - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)\, (\eta_2 \zeta^2 + \eta_0 \zeta^0 + \eta_{-2} \zeta^{-2}) = C_1 + {}^3/_8\, \zeta^2 + {}^{15}/_8\, \zeta^{-2}$$

Igualando en cada ecuación los coeficientes de ζ^2 ζ^0 y ζ^{-2} obtendremos:

$$\eta_2\, [-4 + (4p + 3) - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] + \xi_2\, [1 - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] = {}^{15}/_8.$$
$$- (\xi_0 + \eta_0)\, ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] = C_1$$
$$\xi_2\, [-4 - (4p + 3) - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] + \eta_2\, [-1 - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] = {}^3/_8.$$
$$- (\xi_0 + \eta_0)\, ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] = C_1$$
$$\eta_{-2}\, [-4 - (4p + 3) - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] + \xi_{-2}\, [-1 - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] = {}^3/_8.$$
$$\xi_{-2}\, [-4 + (4p + 3) - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] + \eta_{-2}\, [1 - ({}^9/_4\, p^2 + 2p + {}^1/_2)] = {}^{15}/_8.$$

O bien, tendremos:

$$\xi_2\, ({}^1/_2 - 2p - {}^9/_4\, p^2) - \eta_2\, ({}^3/_2 - 2p + {}^9/_4\, p^2) = {}^{15}/_8.$$
$$\xi_2\, ({}^{15}/_2 + 6p + {}^9/_4\, p^2) + \eta_2\, ({}^3/_2 + 2p + {}^9/_4\, p^2) = -{}^3/_8.$$

$$\Delta_1 = ({}^3/_2 + 2p + {}^9/_4\, p^2)\, ({}^1/_2 - 2p - {}^9/_4\, p^2) + ({}^3/_2 - 2p + {}^9/_4\, p^2)\, ({}^{15}/_2 + 6p + {}^9/_4\, p^2) =$$
$$= {}^3/_2\, ({}^1/_2 - 2p - {}^9/_4\, p^2 + {}^{15}/_2 + 6p + {}^9/_4\, p^2) + 2p\, ({}^1/_2 - 2p - {}^9/_4\, p^2 - {}^{15}/_2 - 6p - {}^9/_4\, p^2) +$$
$$+ {}^9/_4\, p^2\, ({}^1/_2 - 2p - {}^9/_4\, p^2 + {}^{15}/_2 + 6p - {}^9/_4\, p^2)$$

O también:

$$\Delta_1 = {}^3/_2\, (8 + 4p) + 2p\, (-7 - 8p - {}^9/_2\, p^2) + {}^9/_4\, p^2\, (8 + 4p) = 12 + 6p - 14p - 16p^2 - 9p^3 + 18p^2 - 9p^3 =$$
$$= 12 - 8p + 2p^2 = 2\, (6 - 4p + p^2) = 2\, (p^2 - 4p + 6).$$

Llamemos N_1 y N'_1 los coeficientes ξ_2 y η_2 respectivamente. Tendremos:

$$N_1 = {}^{15}/_8\, ({}^3/_2 + 2p + {}^9/_4\, p^2) - {}^3/_8\, ({}^3/_2 - 2p + {}^9/_4\, p^2) = {}^9/_4 + {}^9/_2\, p + {}^{27}/_8\, p_2.$$
$$N_2 = -{}^3/_8\, ({}^1/_2 - 2p - {}^9/_4\, p^2) - {}^{15}/_8\, ({}^{15}/_2 + 6p + {}^9/_4\, p^2) = -{}^{57}/_4 - {}^{21}/_2\, p - {}^{27}/_8\, p^2.$$

Se tendrá, pues:

$$\xi_2 = \frac{{}^9/_8 + {}^9/_4\, p + {}^{27}/_{16}\, p^2}{p^2 - 4p + 6} \qquad \eta_2 = -\frac{{}^{57}/_8 + {}^{21}/_4\, p + {}^{27}/_{16}\, p^2}{p^2 + 4p + 6} \qquad \text{(A)}$$

$$\xi_{-2} = \eta_2 = -\frac{{}^{57}/_8 + {}^{21}/_4\, p + {}^{27}/_{16}\, p^2}{p^2 - 4p + 6} \qquad \eta_{-2} = \xi_2 = \frac{{}^9/_8 + {}^9/_4\, p + {}^{27}/_{16}\, p^2}{p_2 - 4p + 6}$$

La constante $C = C_0 + m^2 C_1 + m^4 C_2 + \ldots$ siendo una constante arbitraria de integración, podemos considerarla independiente de m. Es decir: $C = C_0$ y $C_1 = C_2 = \ldots = o$. Se tendrá pues:

$$\xi_0 = o \qquad \eta_0 = o. \qquad \text{Por tanto:} \qquad u_1 = \xi_2 \zeta^2 + \eta_2 \zeta^{-2} \qquad s_1 = \eta_2 \zeta^2 + \xi_2 \zeta^{-2} \qquad \text{(B)}$$

El factor a_0 proveniente de C_0, está implícito en ξ_2 y η_2. Además nos falta dar el valor

$$p = m.$$

NOTA—Debe introducirse un factor constante a_0 en la constante C pues se ha hecho arbitrariamente $u_0 = s_0 = 1$, debiendo estas cantidades tener un valor numérico distinto. Esto se hará más adelante.

(Concluirá).

NOTA DE LA DIRECCION.—Por tratarse de un trabajo de Garavito tan importante como éste, conviene acompañarlo con notas explicativas dedicadas a la mayoría de nuestros lectores, quienes, sin ellas, tal vez carecieran de los elementos indispensables para juzgarlo. Estas notas, claro está, no son necesarias para quienes estén familiarizados con los problemas referentes a la Astronomía de posición.

a). Los antiguos se dieron cuenta del movimiento mensual de la luna, según el cual este astro describe un círculo máximo entre las estrellas en un intervalo de $27^d\ 7^h\ 43^m$. Notaron, además, que el plano de ese círculo no es fijo, pero que conserva, con respecto al descrito por el sol en un año (la eclíptica), una inclinación fija. También vieron que la línea de intersección de los dos planos dichos (línea de los nodos) se desaloja gradualmente con el tiempo de manera de dar la vuelta completa a la eclíptica en 18 años 8 meses, y que la dirección del movimiento de esa línea es de oriente a occidente, contraria a la del desalojamiento de la luna entre las estrellas. Esos astrónomos antiguos sabían que de acuerdo con este movimiento de la línea de los nodos, sucede que al cabo de 223 revoluciones de la luna con relación al sol, éste, la luna y la línea citada, vuelven a ocupar sensiblemente sus posiciones relativas, de donde resulta que los eclipses vuelven a reproducirse de nuevo. Tal es el llamado período de los saros, conocido desde tiempos de los caldeos.

Como ese número de revoluciones lunares no corresponde a un número completo de días la reproducción de los eclipses, tanto de sol como de luna, no se verifica tan sencillamente. Además, y lo habían observado los antiguos, el movimiento de la luna sobre su órbita no es uniforme.

La complejidad de los movimientos lunares fue, pues, objeto de la observación de los astrónomos desde un principio. Así en la época de Galileo, ya casi se conocían la mayor parte de las desigualdades que daban lugar a divergencias notables entre el cálculo y la observación, verificada especialmente en los eclipses totales de sol que permiten gran precisión en la determinación de los instantes de los contactos, aun con instrumentos rudimentarios.

Así, pues, puede decirse que el estudio de la mecánica de la luna, al aparecer Newton, se elevó por sí solo a la categoría de problema fundamental para la comprobación de la ley de la gravitación, lo que ha justificado que muchos matemáticos hayan consagrado especial atención a las causas perturbatrices a que se deben las divergencias anotadas.

b). Para el cálculo de la posición de la luna en un instante dado, se debe tener en cuenta que los valores de los elementos de su movimiento deberán ser deducidos de un gran número de observaciones que se extienden a largos intervalos de tiempo. Entonces es necesario determinar las influencias perturbatrices de los otros planetas además de la influencia solar.

Generalmente, al tratar de calcular la posición de un cuerpo celeste, tales perturbaciones se pueden considerar desde dos puntos de vista distintos. En uno de ellos se parte de una época dada; esto es de la posición del cuerpo en dicha época. Para esa posición se podrán calcular las acciones de los otros planetas y sus efectos se integrarán sucesivamente por el método llamado de cuadraturas mecánicas, *o de Encke. Considerando las derivadas de los elementos también se pueden integrar dejando el tiempo indeterminado. Luégo se compararían los resultados de la observación con los del cálculo, partiendo de elementos osculadores aproximados e incrementos de sus errores, y estableciendo un gran número de ecuaciones de condición que se tratarían por el método de los menores cuadrados, a fin de determinar los valores exactos para otra época dada.*

c). En Mecánica celeste se estudia la manera de formar los desarrollos de los elementos y de las coordenadas de modo satisfacer a las ecuaciones de movimiento. Estos desarrollos son series cuyo término general es de la forma:

A μ^α M t^m cos (vt + h), en los cuales A *y* h *son constantes,* μ *un pequeño factor dependiente de la relación de las masas perturbadoras a la masa central, o de cualquiera otro parámetro especial,* M *un monomio que contiene potencias enteras de cantidades pequeñas del orden de las excentricidades y de las inclinaciones, y, finalmente* v *un número de la forma* $k_1 n_1 + k_2 n_2 + \ldots\ldots$ *en donde* $k_1\ k_2$ *etc. son números enteros positivos o negativos y* $n_1\ n_2$ *etc. los movimientos medios de los planetas.*

Estos términos contienen cuatro caracteres que sirven para definir su importancia, a saber: 1º El orden, *definido por el exponente* α *del pequeño factor* μ; *2º El* grado *del monomio* M *respecto de las cantidades que figuran en él; 3º La* clase *que depende de los pequeños divisores en el denominador, debidos a las integraciones sucesivas, y 4º El* rango, *o sea la diferencia entre el exponente* α *y el* m *del tiempo* $(\alpha - m)$. *Resulta de esto que cuando* $(\alpha - m)$ *es pequeño para términos de orden elevado, la potencia* m *del tiempo es muy grande y el término crece rápidamente con el tiempo, haciendo al fin divergente la serie.*

Finalmente, los términos del desarrollo pueden clasificarse en términos periódicos, *que son aquellos en donde el exponente* m *del tiempo es cero, esto es en donde el tiempo no figura fuera de los signos seno o coseno;* términos mixtos *en donde el tiempo figura tanto fuera como dentro de las funciones circulares seno o coseno, y los* términos seculares, *en donde* $v = o$, *y el tiempo no figura sino en el factor externo.*

Los términos de pequeño rango son los que producen desigualdades que van creciendo con el tiempo.

d). Las tablas astronómicas *fundadas sobre los elementos osculadores a una fecha dada, y en cuya conformación no se han tenido en cuenta sino los términos hasta de cierto orden, principiaron, al fin de cierto tiempo, a dar divergencias tales que se hace necesario cambiarlas fundándolas sobre elementos osculadores correspondientes a otra fecha posterior.*

Poincaré ha demostrado que los desarrollos de las coordenadas y de los elementos pueden, por procedimientos especiales, ser transformados de manera de hacer desaparecer en ellos los términos seculares.

e). En el caso en que se trata del movimiento de la luna con relación a la tierra, esta última hace las veces de astro central, mientras que el sol, de masa enorme, desempeña el simple papel de cuerpo perturbador.

El coeficiente μ *de la función perturbatriz está constituído por la relación de la masa del sol a la masa del sistema de la tierra y la luna mutiplicado por el cubo de la relación de las distancias de la tierra a la luna y al sol.*

Este factor tiene un valor muy superior al que corresponde a las perturbaciones planetarias. Si se aplicara al movimiento de la luna el método de Lagrange los desarrollos a que se llegaría serían tan poco convergentes que no podrían prestar servicio alguno. Tal es la dificultad que ha presentado desde un principio el movimiento de la luna.

f). Newton explicó varias de las desigualdades del movimiento de la luna tales como la variación, *la* ecuación anual *y el* movimiento del nodo, *y descubrió por la teoría muchas otras que la observación no había aún puesto de manifiesto; pero no logró explicar satisfactoriamente el* movimiento del perigeo *ni la* evección, *por causa de la deficiencia del análisis matemático de su época.*

Claireaut y d'Alambert plantearon, muy posteriormente, las ecuaciones de movimiento de los tres cuerpos y aplicaron su método a la luna atraída por la tierra según la ley de Newton y bajo la acción perturbatriz del sol.

Las desigualdades que Newton no había logrado vencer resistieron también tenazmente a los nuevos investigadores, hasta el punto de que Claireaut creyó ver en la imperfección de la ley de Newton la causa de tales dificultades. Sin embargo, los últimos estudios, que culminaron en los trabajos de Hill, Brown y Poincaré, han dado bastante éxito a la investigación en este campo.

g). En el campo gravitatorio el trabajo que habría que desarrollar para vencer la gravitación y llevar el astro considerado hasta el infinito, se llama energía potencial. *La suma de la energía cinética y de la potencial es constante en todo el movimiento, según el principio de la conservación de la energía.*

Suponiendo trazado por el planeta, según la dirección del movimiento, un segmento de recta de longitud igual al producto de la masa del planeta por la velocidad de que está animado en un instante, producto que se denomina cantidad de movimiento *del planeta, resulta que el área del triángulo cuyo vértice es el centro del sol y cuya base es la cantidad de movimiento del planeta es una constante. La ley de Newton, considerando un planeta y el sol conduce, pues, a las leyes de Kepler generalizadas. Estas leyes se verifican muy aproximadamente a causa de que las masas de los planetas son muy pequeñas respecto de la masa solar; pero no son rigurosas.*

Para prever con exactitud la posición de un planeta a largo plazo, es necesario estudiar su movimiento no sólo bajo la influencia del sol sino bajo la de otros planetas. La aceleración de que está animado cada planeta es la suma geométrica de las aceleraciones debidas no sólo a la acción solar sino también a las atracciones de los otros planetas. El sol, a su vez, está solicitado por todos los planetas y tendrá a cada instante, una aceleración que es la resultante de todas las aceleraciones debidas a las acciones planetarias.

Para referir los movimientos planetarios a tres planos que pasen por el centro del sol, es necesario aplicar a todos los cuerpos del sistema solar una aceleración igual y opuesta a la del sol. Se debe, pues, agregar a la aceleración resultante de todas las acciones atractivas que actúan sobre cada uno de los planetas, una aceleración ficticia igual y opuesta a la que anima al sol, para definir el movimiento relativo del planeta.

Planteado así el problema, se expresa la aceleración total de cada planeta mediante una suma geométrica de muchos términos, el primero de los cuales se refiere a la acción solar y los otros a las acciones planetarias y a la resultante de las acciones planetarias sobre el sol multiplicada por la relación de la masa del planeta a la del sol, estimada en sentido contrario.

h). Se pueden hacer tantas teorías de la luna fundadas en la ley newtoniana, como sistemas coordenados fijos o movibles se puedan idear; pero no todas conducen a resultados utilizables en el cálculo de las tablas lunares debido a la mayor o menor convergencia que se obtenga con unas o con otras en las aproximaciones sucesivas.

Las primeras tablas que se hicieron de la luna tomaban de la teoría la forma matemática de las desigualdades y de la observación el valor de los coeficientes. La primera teoría completa de los movimientos de la luna, fundada sobre la ley de gravitación, se debió a Demoisseau. Laplace expuso una teoría fundada sobre ecuaciones deducidas de las del movimiento mediante una transformación en la cual el radio vector está reemplazado por el inverso de su proyección sobre la eclíptica y la latitud por su tangente, y en donde la longitud de la luna ha sido tomada como variable independiente y el tiempo como función de esta variable. Estas fórmulas, en las que sólo se tiene en cuenta la acción perturbadora del sol, han servido de base a muchas teorías de la luna en que algunos investigadores han cambiado la variable independiente: longitud, *por la* anomalía excéntrica.

Las dificultades que ha presentado el problema en lo que respecta a la poca convergencia de las series ha sido el motivo por el cual los más ilustres matemáticos de todas las épocas y países, se han ocupado del movimiento de la luna, más complejo, desde algunos puntos de vista, que los de los planetas, según se ha visto atrás.

i). Cierto caso ideal referente a una solución periódica puede presentar una desigualdad considerable, y, además, aproximarse al caso del movimiento de la luna. Esta desigualdad tendría un coeficiente también muy próximo de la desigualdad correspondiente al movimiento de la luna. Así será fácil pasar del caso ideal al caso real.

Tal fue la manera como Hill llegó a determinar el coeficiente de la variación *de la luna. Las ecuaciones de movimiento, así planteadas por Hill, forman un sistema de cuarto orden y admiten una integral que había sido hallada antes por Jacobi.*

j). Las ecuaciones de segundo orden del movimiento relativo de la luna, supuesta nula la inclinación de la órbita y considerando los ejes animados de un movimiento de rotación uniforme, fueron transformadas por Hill por medio de dos variables imaginarias conjugadas. Hill desarrolló las nuevas variables, o, mejor dicho, sus relaciones a cierta exponencial, y las integró por desarrollo en serie siguiendo las potencias crecientes de la relación de la velocidad angular media del sol a la velocidad angular media de la luna con relación al sol. Estos desarrollos resultan referentes a la cuarta potencia de la relación indicada, lo cual los hace muy convergentes. Así fue como Hill halló la desigualdad conocida con el nombre de variación.

El movimiento del nodo y del perigeo, la evección, las desigualdades de orden superior y las que provienen de las acciones planetarias se refieren a artificios de cálculo tan complejos que no pueden ser indicados aquí, ni someramente siquiera.

De todos modos se llega en la teoría de la luna a series cuyos términos son de la forma indicada, y cuyos senos y cosenos se refieren a ángulos dependientes de la distancia angular de la luna al sol, de la luna al nodo, de la luna al perigeo, etc., términos que representan las llamadas desigualdades del movimiento.

En los eclipses las distancias angulares de la luna al sol y al nodo afectan sensiblemente los mismos valores, y las desigualdades periódicas que dependen de dichos ángulos, tienen iguales valores y se eliminan, no quedando, en cambio, sino las que provienen de otros argumentos. Además, comparando las observaciones de eclipses convenientemente escogidos se pueden eliminar también las que dependen del perigeo, de la anomalía del sol, etc.

Se comprende por esto, sin dificultad, cuán importante es la observación de los eclipses en lo que respecta a la teoría del movimiento de la luna, para determinar uno de los elementos más importante, como es la longitud media, a fin de lograr, tarde o temprano, fijar el límite de precisión en las determinaciones basadas sobre la ley de la gravitación.

k). De todo lo anterior resulta que la teoría de la luna debe exponerse en dos partes; en la primera debe buscarse cuál sería el movimiento de este astro si no existiesen sino el sol, la tierra y la luna reducidos a puntos materiales; en la segunda se investiga cómo este movimiento puede turbarse por la atracción de los planetas y por influencia del aplastamiento terrestre. El estudio de Garavito, a que nos referimos, trata de la primera parte del problema que ha preocupado a los mayores matemáticos. La segunda era objeto de sus meditaciones cuando le sorprendió la muerte.

La primera parte no es sino un caso particular del problema de los tres cuerpos, cuya dificultad no proviene sino de la magnitud relativamente considerable, de las perturbaciones producidas. La relación de la fuerza perturbatriz a la atracción del cuerpo central es del orden de $\frac{m_1}{m_2}\left(\frac{AC}{BC}\right)^3$ *siendo* m_1 *la masa del cuerpo perturbador* m_2 *la del cuerpo central y* AC *y* BC *las distancias mutuas de los tres cuerpos. Esta relación es producto de dos factores: uno, la relación de las masas, otro, el cubo de la relación de las distancias. En el caso de los planetas el primer factor es muy pequeño y el segundo finito. En el caso de la luna, por el contrario, el primer factor es grande y el segundo es muy pequeño. De esto resulta que el producto de los dos factores es pequeño, sin lo cual el problema no podría resolverse sino por aproximaciones sucesivas, pero mucho menos pequeño que en el caso de los planetas; de suerte que la aproximación es menos lenta. (Poincaré.* Mécanique Céleste. Généralités sur la theorie de la lune).

* * *

En las dispersas y confusas notículas anteriores hemos tratado de dar una idea al lector de la importancia del problema a que dedicó Garavito largas vigilias y que ha sido objeto de la preocupación de calculistas de primera fuerza. La sola relación histórica de los trabajos dirigidos a la solución del complejo movimiento de la luna constituye parte interesantísima de la Mecánica Celeste de Tisserand. Su reproducción en estas páginas sería suficiente para demostrar la gran importancia que concedemos a los últimos escritos del sabio matemático colombiano, encaminados a complementar la obra de Hansen, de Delaunay, de Hill, de Brown y de Poincaré.

Antes de ahora no había sino tres métodos para construír tablas de la luna: el de Hansen, el de Delaunay y el de Hill-Brown. El de Hansen es el que ha servido para calcular las tablas usuales de exactitud notable. Según Poincaré, si ellas se apartan de las observaciones, las divergencias anotadas no se deben a un defecto del método sino a la omisión de algún término proveniente de la acción de los planetas, o a alguna otra causa desconocida. El éxito de Hansen se ha debido a que buscó directamente los valores numéricos de los coeficientes sin pasar por una expresión algebraica. Su método tiene más de práctico que de solución matemática.

Delaunay hizo todo lo contrario, según Poincaré; todos sus coeficientes se expresan por series en donde figuran las diferentes constantes del movimiento de la luna y cuyos coeficientes son números racionales determinados exactamente.

Brown adoptó una posición intermedia. Sus coeficientes no son ni puramente numéricos, como los de Hansen, ni puramente analíticos como los de Delaunay. Se presentan bajo la forma de series según las potencias de los diversos elementos, excepto la relación de los movimientos medios.

Los coeficientes de estas series están calculados numéricamente, pero estos coeficientes no son ya números racionales: son funciones de la relación de los movimientos medios, que podrían igualmente desarrollarse en series, pero para los cuales se limita el cálculo a determinar el valor numérico. Como el método de Brown, según Poincaré, es mucho más directo que los otros, con él se ha podido avanzar la aproximación mucho más lejos.

El método de Hill, al cual nos hemos referido en las notas i) *y* j), *en combinación con el método de Brown, dio lugar al llamado método de Hill-Brown, que ha servido a Garavito, como a modo de derrotero, para establecer sus ecuaciones según artificios que le son propios.*

Como programa de observación para los observatorios de posición, está aún vigente el que indica la determinación de los contactos, tanto internos como externos, en los eclipses de sol, con el rigor con que lo permiten el moderno instrumental y la conservación del tiempo, que ha llegado a ser casi perfecta por medio de péndulos de extraordinaria precisión y con el concurso de señales horarias por radio.

Uno de los elementos canónicos que ha presentado mayores dificultades en su determinación ha sido la longitud media de la luna. La observación de los eclipses de sol desde la más remota antigüedad ha servido, como dijimos, para definir por la observación ese elemento, considerando que cuanto mayor sea el número de datos más perfecta será su determinación.

Grandes han sido los progresos que se han hecho en la observación de los eclipses de sol, y la teoría del movimiento de la luna se ha perfeccionado cada día más. De modo que para la Ciencia continúa siendo de altísimo interés un programa de estudio que confiere igual importancia a la Mecánica celeste a la que se ha dado a los sistemas y elementos de observación.

De la comparación del valor teórico de la longitud media de la luna con el valor observado de este elemento se podrá deducir, tarde o temprano, si hay o no otra causa, distinta de la ley de la gravitación, que puede influír en los movimientos celestes. Esto hablando en los términos de la Mecánica clásica.

Brevemente hemos tratado de exponer en estas notículas, las razones que tenemos para creer que las ecuaciones finales de Garavito para construír unas nuevas tablas de la luna, tienen una importancia capital, y constituyen su mayor contribución a la Ciencia astronómica.

■ ■ ■

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):92-99, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.569

El sismoscopio eléctrico

J Rafael Urdaneta B

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1954, 9 (35): 227-232.

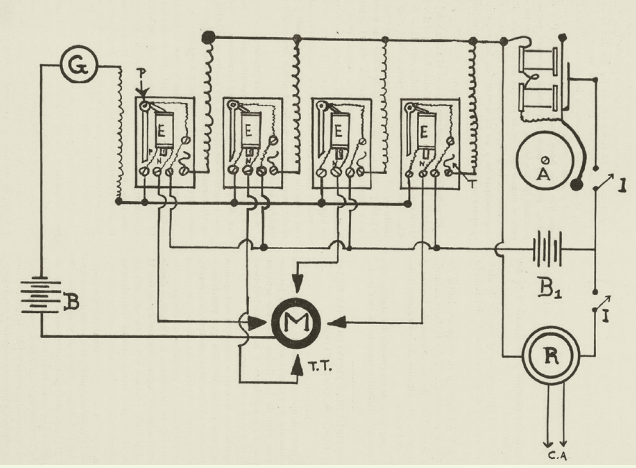
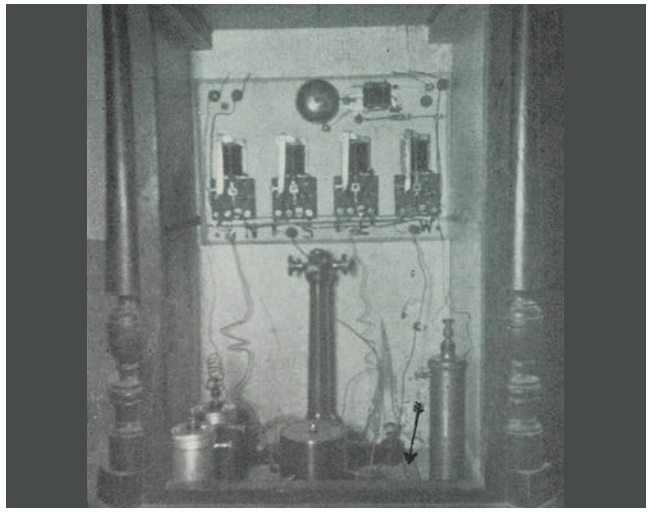


Diagrama del detector sísmico.
Indicaciones: G. Galvanómetro; P. Palancas; N. Núcleos móviles; E. Electroimanes; T. Trinquetes; T.T. Tornillos de tope; A. Timbre de alarma; R. Reloj; M. Masa del péndulo; B. - B1. Baterias; I. Interruptores



Fotografía del sismoscopio eléctrico dentro de la caja protectora; se observan con claridad casi todos sus detalles (Véase lamina 4a dentro del artículo clásico "El sismoscopio eléctrico"

Este articulo escrito por Rafael J Urdaneta en el año 1953 presenta el detalle de un detector sísmico construido en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander.

El principio del instrumento es el mismo del sismógrafo de péndulo de movimiento horizontal con una masa pendular cilíndrica de 3,5 kilogramos en plomo fundido, dentro de un anillo de cobre bien pulimentado, suspendido por un hilo de cobre flexible y delgado que se conecta con energía electrica proveniente de una batería. El soporte es una base trípode de hierro con sus tornillos de nivel. La parte vertical es una columna cónica de cobre con alma de acero que se atornilla al trípode y por el extremo superior recibe el pivote horizontal que soporta la masa del péndulo. Las componentes de los puntos cardinales N, S, E, W se registran mediante un electroimán vertical de núcleo móvil en cada uno de los mecanismos. Los núcleos móviles de los electroimanes al ser atraídos, golpean fuertemente las armaduras con el consiguiente ruido y, además, el galvanómetro marca cada contacto.

Mediante graficas hechas a mano y fotografías, Urdaneta presenta el desarrollo en detalle del Sismoscopio eléctrico construido y en un mapa de Suramérica algunos de los sismos registrados en Cúcuta, mediante el equipo diseñado y construido. En los sismos pequeños ocurridos en Cúcuta, el Sismoscopio indico dirección y sentido bien definido. El registro total desde abril de 1952 hasta julio de 1953 fue de 103 temblores.

Para el objetivo que se propuso con la construcción del aparato, Urdaneta considera que la principal era que registrase temblores mas o menos intensos y cercanos. Mediante la comunicación con el Instituto Geofísico de los Andes, en Bogotá, Urdaneta considera que cambio la manera de apreciar las cosas y les obligo a una mas cuidadosa observación que se tradujo en constantes reformas, mejoras en las condiciones de emplazamiento, seguridad en los registros y control de la hora, mediante las señales transmitidas por la Radiodifusora Nacional, amen de una permanente revisión de las baterías eléctricas. En resumen, este fue un trabajo de sinergia entre diferentes instituciones para avanzar en la ciencia y la tecnología de la sismografia en Colombia, manteniendo el aparato en perfecto estado de funcionamiento.

Horacio Torres Sánchez, Profesor Emérito UN
Miembro de Número

EL SISMOSCOPIO ELECTRICO

POR J. RAFAEL URDANETA B.

Detalle de un detector sísmico construído en Cúcuta, Norte de Santander-Colombia, por el autor de estas notas.

CONTENIDO:

1—Introducción.
2—El aparato.
3—Emplazamiento.
4—Consideraciones generales.
5—Conclusión.

ILUSTRACIONES:

1—Copia heliográfica del diagrama del sismoscopio.

2—Fotografía del péndulo y su soporte a ¼ del tamaño natural.

3—Fotografía del aparato con el sistema de alarma y el registro de direcciones. ¼ del tamaño natural.

4—Fotografía del aparato en conjunto, dentro de la cubierta protectora. ¼ del tamaño natural.

5—Copia fotográfica de un croquis de Centro y Sur-América, con algunos de los sismos registrados en Cúcuta.

6—Copia fotográfica de un croquis del Mundo, con los sismos más distantes registrados en Cúcuta.

UN SISMOSCOPIO ELECTRICO QUE HA DADO BUENOS RESULTADOS

INTRODUCCION

Con este trabajo, que es solamente la descripción de un instrumento de extrema sencillez, no pretendemos ir más allá de las lindes que nos señalan nuestras propias condiciones y las características del aparato objeto de estas líneas.

Esto, sin embargo, no quiere decir que no hayamos tenido en cuenta ciertos detalles que pudiéramos llamar de carácter técnico en la construcción, emplazamiento y registros, así como una absoluta seriedad en las informaciones que rendimos al observatorio sísmico central de la República, en Bogotá, a donde hemos procurado hacer llegar nuestros datos con la oportunidad posible, entidad que a su vez, nos ha enviado los suyos por una gentileza que siempre sabremos agradecer.

Sea ésta, oportunidad para manifestar nuestra gratitud por la valiosa ayuda que nos ha dispensado con el envío de boletines sísmicos y sus voces de aliento, el Director del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, Reverendo Padre Jesús Emilio Ramírez, de la Compañía de Jesús, por cuyo insinuación escribimos estas notas y para quien tenemos la expresión cálida de nuestro respeto y admiración.

Después del terremoto de Arboledas, Cucutilla y Salazar, en el Norte de Santander, toda la región continuó por largo tiempo en un estado de agitación sísmica relativamente considerable, lo cual nos decidió a construír un mecanismo que, sin ser un sismógrafo, al funcionar nos hiciese pensar *ipso facto,* en un temblor. El tiempo borra las huellas de dolor y cicatriza las heridas, lo que es una ventaja, de igual manera que desvanece los temores causados por las grandes catástrofes, circunstancias esta última que nos hace vivir desprevenidos. Por esta razón, con no poca frecuencia muchas personas perciben los temblores, pero sólo mucho tiempo después o nunca caen en la cuenta de tal cosa. Para eliminar en lo posible el peligro que entraña esta despreocupación y no para otro fin, fue construído el aparato que a continuación pasamos a detallar.

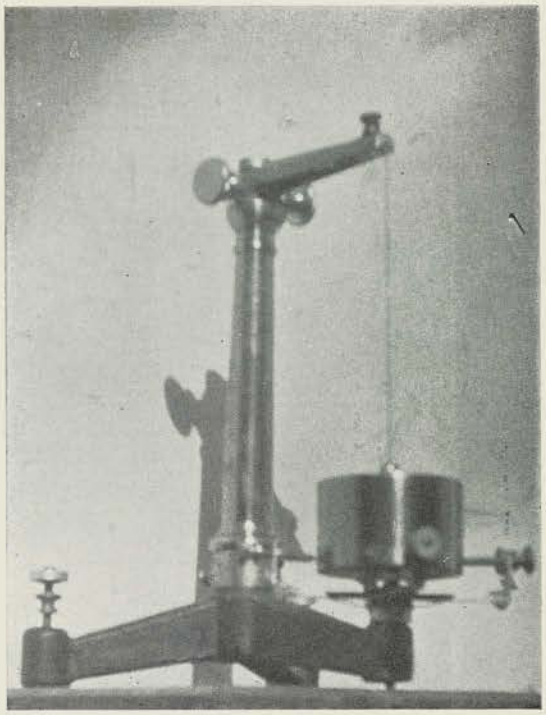
EL APARATO

El principio del instrumento es el mismo del sismógrafo de péndulo de movimiento horizontal y por tanto consta de una masa pendular cilíndrica de 3.5 Klgs., hecha de fundición de plomo, dentro de un anillo de cobre bien pulimentado, suspendida por un flexible y delgado cable de hilo de cobre que permite hacer llegar hasta ella la energía eléctrica proveniente de uno de los polos de la batería correspondiente. El soporte está formado por una base trípode de hierro con sus tornillos de nivel; la parte vertical es una columna un tanto cónica también de cobre, con alma de acero que se atornilla al trípode y por el extremo superior recibe el pivote horizontal que soporta la masa del péndulo.

Sobre uno de los extremos del trípode, el que está debajo de la masa, hemos colocado una cruz metálica de brazos iguales en cuyas terminales se hallan unas pequeñas escuadras a las cuales se adaptan los cuatro tornillos de tope que circundan la masa pendular, orientados según los puntos cardinales.

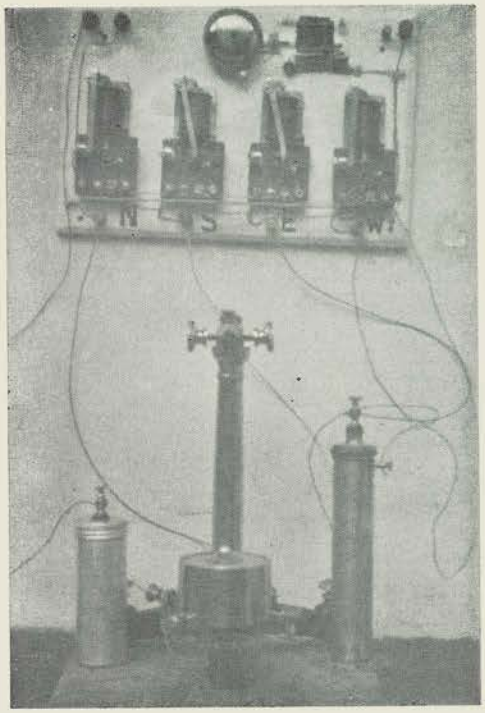
La batería mencionada comunica con la masa por la base del soporte y a través del hilo de suspensión. El otro polo va a un galvanómetro y de éste pasa a alimentar un extremo de cada uno de los cuatro elementos destinados al registro de las direcciones. El otro extremo recibe la corriente de los tornillos de tope cuando éstos, a su vez, la toman de la masa al producirse el contacto.

Los mecanismos para el registro de las componentes horizontales N. S. y E. W., están constituídos cada uno, por un electroimán vertical de núcleo móvil, el cual se halla siempre hacia la parte inferior de la bobina. Al producirse el contacto entre masa y tornillos de tope, el circuito queda cerrado y el núcleo atraído violentamente, va a dar contra el



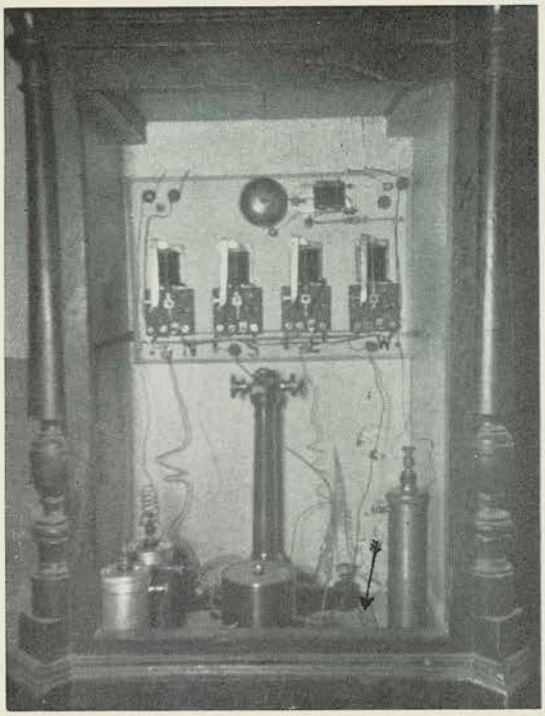
LAMINA 2ª

Detalle del péndulo con su soporte general, en el cual puede observarse con suficiente claridad su estructura, las distintas partes que lo forman tales como los tornillos de tope, el hilo de suspensión, la colocación de la masa, etc.



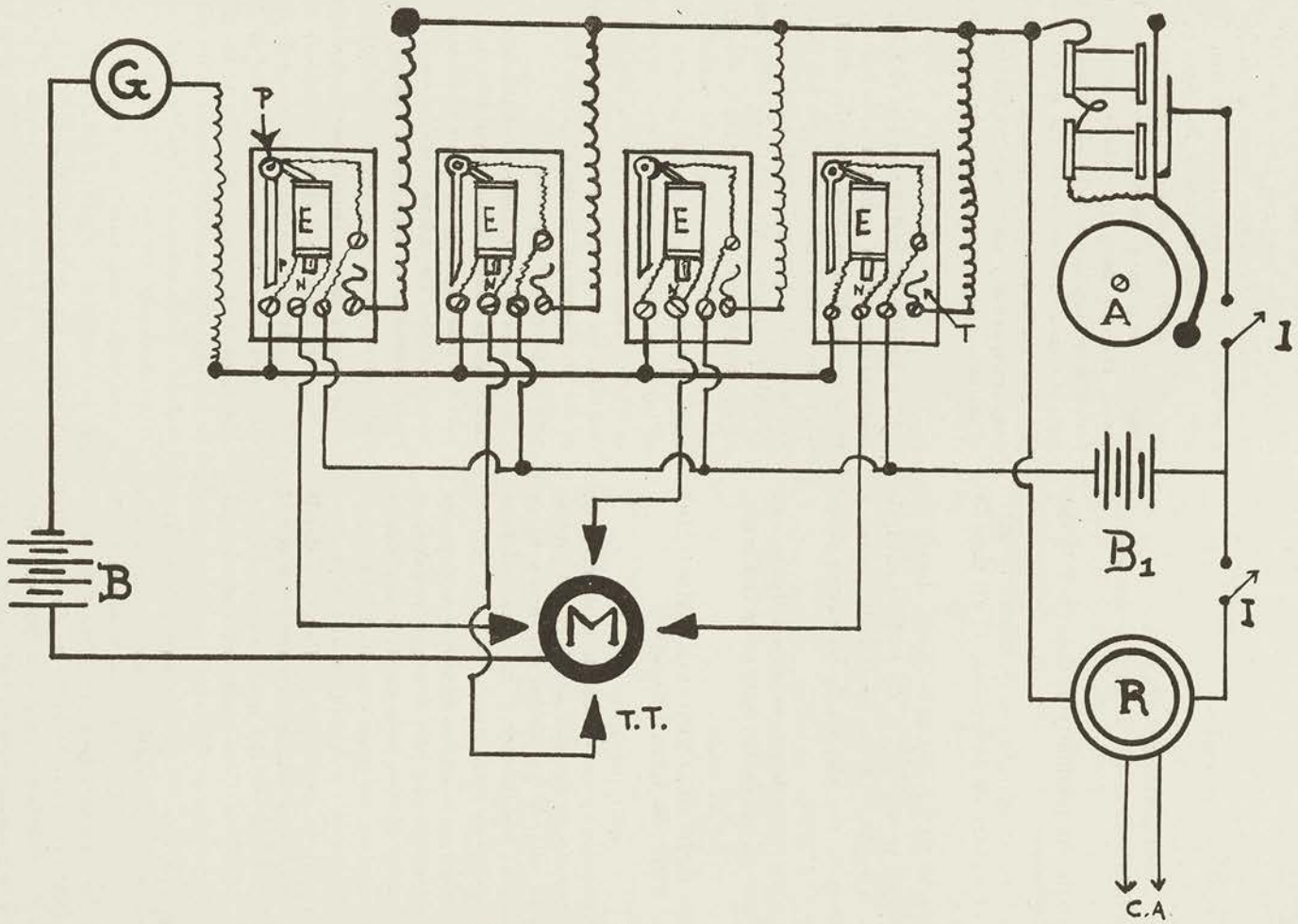
LAMINA 3ª

Fotografía del aparato en conjunto, en la cual se muestran: el péndulo, las baterías eléctricas y los sistemas de alarma y registro de las direcciones. Allí puede apreciarse cómo son retenidas las palancas por los trinquetes al producirse el contacto en los topes respectivos.



LAMINA 4ª

Fotografía del sismoscopio eléctrico dentro de la caja protectora; se observan con claridad casi todos sus detalles: los conductores de la izquierda que salen por la parte superior van al galvanómetro; los de la derecha al cortacircuitos, La flecha muestra la separación entre el bloque de cemento en que reposa el péndulo, separación que aparece rellena con tubo de papel parafinado. La batería de la izquierda corresponde al sistema de registro de direcciones y la de la derecha al circuito de alarma.



INDICACIONES:

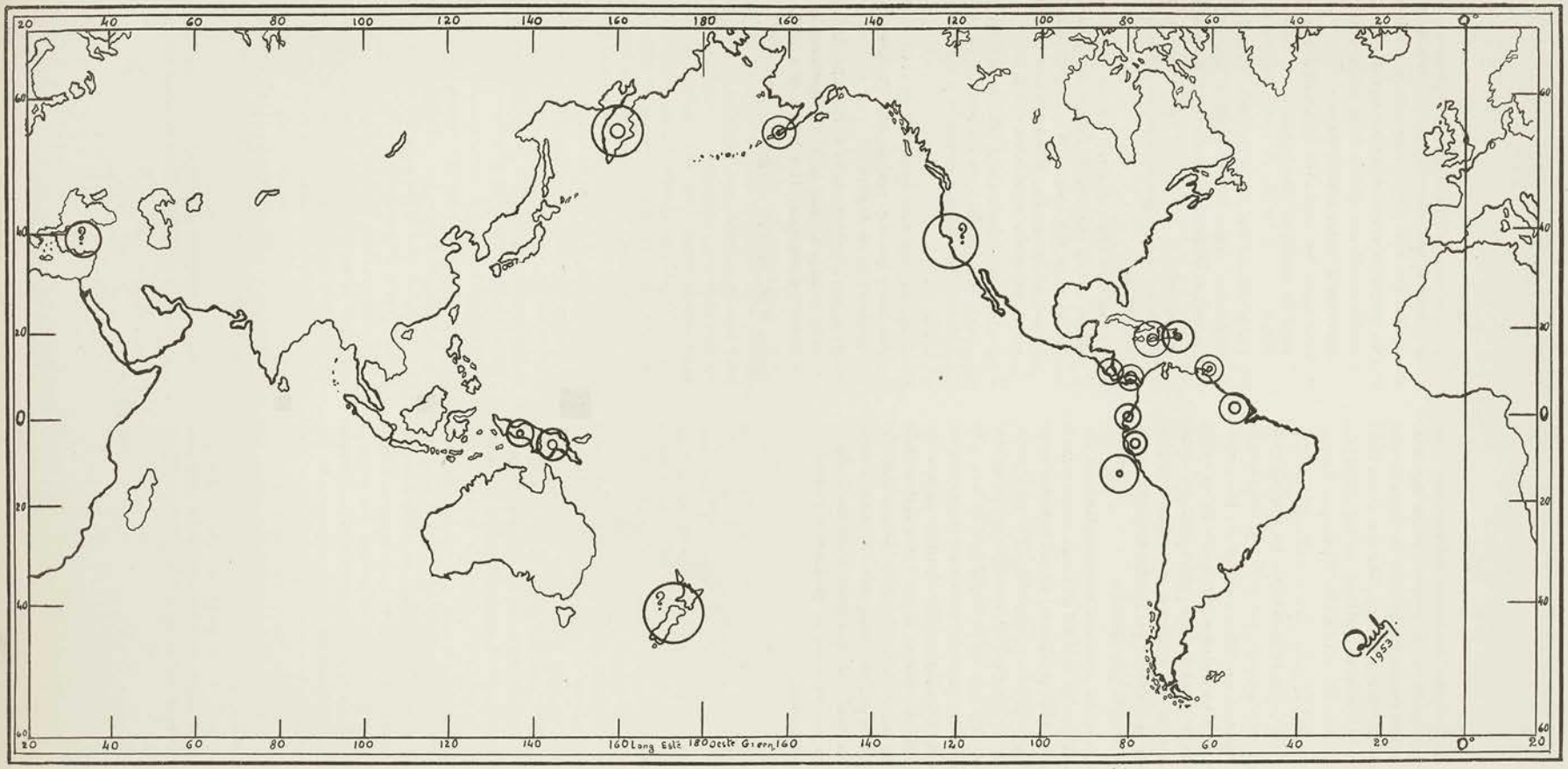
G. Galvanómetro.
P. Palancas.
N. Núcleos móviles.
E. Electroimanes.
T. Trinquetes.
T. T. Tornillos de tope.
A. Timbre de alarma.
R. Reloj.
M. Masa del péndulo.
B. B1. Baterías.
I. Interruptores.

Diagrama del detector sísmico.



LAMINA 5ª

Algunos de los sismos Centro y Sur-Americanos registrados en Cúcuta, mediante el sismoscopio eléctrico. Las distancias epicentrales fueron calculadas por el Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, en Bogotá. La localización en el croquis es aproximada.



Los más lejanos sismos registrados en Cúcuta N. S. — Colombia, mediante el sismoscopio eléctrico.
Distancias epicentrales determinadas por el Instituto Geográfico de los Andes. Bogotá

brazo de una palanca que reposa precisamente sobre el extremo opuesto de la bobina. En estas condiciones la palanca es lanzada hacia la derecha y un trinquete adecuado impide su regreso a la posición primitiva, marcándose de esta manera el sentido o la dirección del movimiento registrado.

Existe otra batería uno de cuyos extremos o polo va directo a la palanca citada y por el trinquete de retención al borne de entrada de un timbre de alarma. El otro polo pasa por un corta-circuito y de éste al borne de salida del timbre.

Como puede observarse, la palanca en cuestión, además de señalar la posible dirección o sentido de un movimiento, al ponerse en contacto con el trinquete hace funcionar el mecanismo de alarma.

Consiste el tercero y último circuito en una derivación del anterior que, acciona un nuevo electroimán de núcleo fijo el cual, a su vez, interrumpe la corriente de alimentación de un reloj eléctrico destinado al registro de la hora. Una ilustración completa puede darla el diagrama adjunto, en el cual está comprendido todo el sistema descrito.

Hemos preferido dos circuitos independientes a fin de obtener un funcionamiento continuo del correspondiente al de alarma, ya que por medio de la masa y sus tornillos de contacto sería intermitente y podría pasar desapercibido en muchas ocasiones, además de debilitarse mucho la corriente por la resistencia que ofrecía todo el sistema mencionado.

EMPLAZAMIENTO

El reducido tamaño del aparato nos permite mantenerlo dentro de nuestra propia habitación, en donde se hizo una excavación de unos 50 cm. de profundidad por 40 de lado; se hundieron 4 varillas de hierro de ⅜ hasta los 80 cm. y por último se construyó un bloque de concreto. Para evitar posibles movimientos por causa de pisadas, baldosines flojos, etc., dejamos un espacio de un centímetro entre el piso de la habitación propiamente dicho y el bloque destinado a recibir la parte eesncial del aparato. Una cubierta de madera lo protege contra el viento, polvo, animales y demás que puedan alterar su normal desempeño y dentro de la cual se hallan todos los componentes del instrumento, excepción hecha del reloj.

CONSIDERACIONES GENERALES

De acuerdo con el propósito para que fue construído, nos decidimos por el período corto y masa pequeña. Y si bien consideramos que los desplazamientos del péndulo se reducen cuando los períodos propio y de perturbación son iguales pero de fase opuesta, llegamos a la conclusión de que esta circunstancia no tendría mayor influencia en el caso de temblores de alguna intensidad y de origen cercano.

Por otra parte, como no posee sistema alguno de amplificación, los contactos se hallan a muy reducida distancia de la masa, 1.0 mm. como máximo.

En vía de ensayo adaptamos los registros N. S. y E. W., pero después de repetidas observaciones vimos que era posible, en ciertas circunstancias, la determinación del sentido del movimiento. Ya con las modificaciones necesarias comprobamos que en algunos casos, efectivamente resultaba afectado un solo contacto, es decir, había discriminación del sentido del movimiento registrado.

Asimismo hemos podido apreciar que los contactos se suceden a veces en forma rápida, otras pausadamente y en algunos casos se prolonga sobre un mismo tope por espacio de 3 y 4 segundos. Los núcleos movibles de los electroimanes al ser atraídos, golpean fuertemente las armaduras con el consiguiente ruido y, además, la aguja del galvanómetro marca cada contacto. De suerte que estas dos circunstancias nos han permitido captar los detalles a que nos hemos referido, los cuales sugieren un buen número de conjeturas en relación con la naturaleza de los movimientos registrados en las condiciones anotadas.

Por último, en los dos o tres casos en que los temblores han sido percibidos por muchas personas, el cierre del circuito se ha hecho en todas direcciones, a manera de un verdadero bamboleo; y en aquellos otros notados por muy pocos, se ha hecho por los dos contactos diametralmente opuestos. En el primer caso, como es natural, se hace imposible determinar por nuestros medios mecánicos dirección alguna; y en el segundo, cabe solamente indicar la componente afectada, NS o EW, según el caso.

Para el fin que nos propusimos al construir el aparato, sólo una de todas estas consideraciones nos interesaba en realidad: que registrase temblores más o menos intensos y cercanos. Pero establecidas comunicaciones con el Instituto Geofísico de los Andes, en Bogotá, el aspecto de la cuestión cambió nuestra manera de apreciar las cosas y nos obligó a una más cuidadosa observación que se traduce en constantes reformas, mejoras en las condiciones de emplazamiento, seguridad en los registros y control de la hora mediante las señales transmitidas por la Radiodifusora Nacional y una permanente revisión de las baterías eléctricas, a fin de mantener el aparato en perfecto estado de funcionamiento.

La gran sencillez y lo elemental del instrumento saltan a la vista, así como la tosquedad de su estructura general, bien clara en las fotografías adjuntas. Con todo, los resultados no dejan de ser satisfactorios y hasta interesantes.

De un mecanismo como el descrito no es posible esperar ni exigir más de lo que ha dado. El número de temblores registrados, sus levísimas intensidades y las grandes distancias del origen de varios de ellos, son suficientes para hacernos sentir relativamente satisfechos. Al menos la finalidad primordial ha sido cumplida con pleno éxito.

LAS GRAFICAS

Nos referimos exclusivamente a los mapas con los cuales hemos pretendido ilustrar estas anotaciones,

porque consideramos conveniente destacar que, ellos se refieren propiamente al número de los registros, a los países y al distanciamiento de las zonas de conmoción con relación a Cúcuta, más que a una localización exacta en tales gráficas, de los epicentros que en todo caso han sido determinados por Bogotá.

Para llevarlos al mapa hemos utilizado los boletines sísmicos que gentilmente nos ha suministrado el Insituto Geofísico de los Andes y comparando nuestros registros con ellos, sacamos los que coinciden en fecha y hora; luégo por medio de un esfera de 18 pulgadas localizamos aquellos para los cuales Bogotá ha dado una situación geográfica completa, y en forma aproximada los trasladamos al croquis general del mundo y de América.

No poseemos los boletines correspondientes a noviembre y diciembre de 1952 ni los de enero y parte de febrero de 1953, por lo cual 17 movimientos registrados no han podido computarse. Por otra parte, muchos de los que pueden considerarse con epicentros dentro del área de la República, no han sido detallados en los mapas y nos hemos limitado a señalarlos con 3 circunferencias céntricas para no recargar el dibujo. Además, parece haber equivocación por nuestra parte, en la anotación de una o dos fechas, lo que no pudimos comprobar de manera satisfactoria; de aquí que aparezcan en el mapa, dos o tres sismos con carácter de probable o posible registro por nosotros.

CONCLUSION

Para concluir, queremos dejar constancia de algunos puntos que nos parece conveniente consignar:

1º—No pasan de 6 los temblores notados por las gentes en Cúcuta. Entre éstos, solamente 3 alcanzaron a causar alguna alarma.

2º—Casi todos los temblores registrados han sido para la localidad muy pequeños e imperceptibles.

3º—Los temblores con origen en Chile, Bolivia y la Argentina, nunca han afectado el aparato, no importa el carácter destructor que hayan tenido.

4º—No obstante lo anterior, se han registrado movimientos cuyo origen se hallaba a considerables distancias.

5º—No han coincidido los temblores, en forma indudable, con el registro de fuertes temperaturas locales ni se han observado alteraciones en las curvas del barógrafo, en coincidencia con movimientos sísmicos registrados en Cúcuta.

6º—En los sismos pequeños y aun en aquellos percibidos por personas en los pisos altos, el sismoscopio ha indicado dirección y sentido bien definidos.

7º—El aparato funciona desde el 20 de abril de 1952, con interrupciones prolongadas en agosto, septiembre y parte de octubre.

8º—El registro total desde la fecha indicada, hasta el 21 de julio de 1953 es de 107 temblores, de los cuales corresponden 47 a 1952 y 60 a 1953.

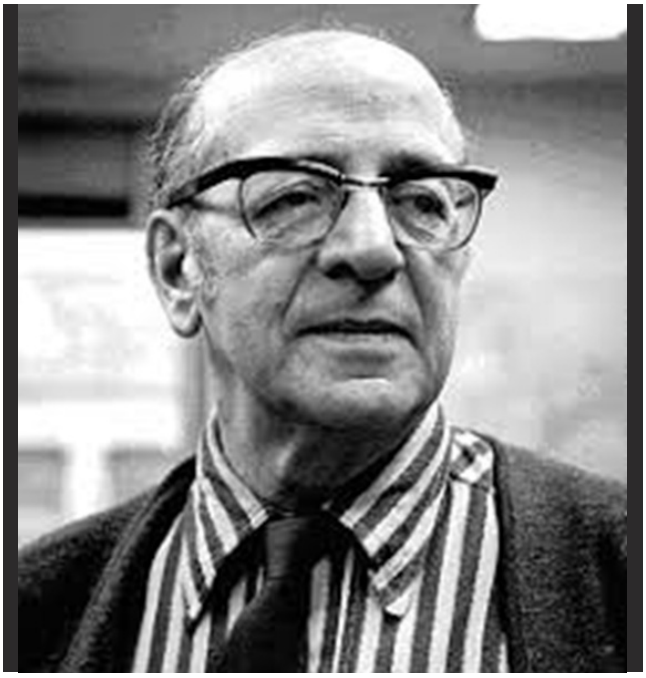
Cúcuta, N .S., julio 25 de 1953.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):100-181, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.570

Aspectos de la vegetación natural de Colombia

José Cuatrecasas Arumi

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1958, 10 (40): 221-264.



José Cuatrecasas Arumi (1903-1996)

Nació en Camprodón, España y murió en Washington, Estados Unidos. Licenciado en Farmacia, Universidad de Barcelona (1923); Doctor en Farmacia, Universidad de Madrid (1928). Con estudios de posgrado en el Botanical Institute en Berlin-Dahlem (1930 – 1934). Se casó con Martha Nowack y tuvo tres hijos: Teresa, Gil y Pedro. Profesor asistente de botánica, Universidad de Madrid (1924 y 1931). Entre 1933 y 1939 fue curador de flora tropical y director por dos años del Jardín Botánico de Madrid. Su primer viaje a Colombia lo realizó en 1932. Fue investigador del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (1939-1942), presidió la Comisión Botánica del Valle y fundó el herbario VALLE en Palmira (1942-1947). Investigador del Museo de Historia Natural de Chicago (1947- 1955). Investigador asociado, Smithsonian Institution, Washington D.C., (1955-1996). Especialista en la familia Asteraceae (Compositae). Realizó numerosas expediciones en todo el territorio colombiano entre 1932 y 1978. Autor de más de 250 publicaciones científicas.
Información suplementaria disponible en: http://www.accefyn.org.co/sp/academicos/Jose_Cuatrecasas_Arumi.htm

Este artículo es fuente primaria y obligada de información para los estudiosos de la vegetación de cualquier región del país. Cuatrecasas reunió por primera vez toda la información disponible para describir los distintos tipos de vegetación que existen en Colombia y definió por primera vez los limites altitudinales aproximados de los distintos tipos de vegetación que describió. Sus viajes a lo largo y ancho del país le dieron un profundo conocimiento de su flora y su vegetación. La bibliografía es muy completa y en ella cita a todos los colombianos que habían hecho contribuciones sobre este asunto hasta entonces.

El autor comienza diciendo que “Lo que caracteriza la vegetación natural del territorio colombiano tomada en su conjunto es la riqueza y extraordinaria exuberancia de su flora”. Aunque describe su propio artículo como un esfuerzo para “satisfacer siquiera parcialmente, la curiosidad de quienes desean información elemental sobre la vegetación natural de Colombia”, Cuatrecasas dedica buena parte del texto a discutir en profundidad aspectos tales como el carácter de la vegetación, el factor tropical (aclarando de paso algunas concepciones erradas sobre el significado de la palabra “tropical”), la fisiografía y el clima.

Se adentra luego en el análisis detallado de las ocho formaciones vegetales que describe para el país y para cada una provee listas muy completas de géneros y especies representativos. Entre los aspectos destacados del artículo está el esquema simplificado de las formaciones según pisos altitudinales en una sección del territorio colombiano, desde la costa del Pacífico hasta los llanos de Arauca y Meta, con el perfil transversal de las tres cordilleras, un doble perfil en la cordillera oriental, el de la Sierra Nevada del Cocuy, superpuesto al del macizo de Bogotá, y los enclaves xerofíticos del rio Dagua y el río Chicamocha.

Enrique Forero
Presidente
Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

ASPECTOS DE LA VEGETACION NATURAL DE COLOMBIA

JOSE CUATRECASAS

Investigator for National Science Foundation. Smithsonian Institution, Washington, D. C., U. S. A.

Hace ya mucho tiempo que mi antiguo amigo el Dr. Luis Mª Murillo me solicitó un trabajo sobre la Vegetación de Colombia para ser publicado en la Revista de la Academia, y ahora lo reiteró con motivo del año Geofísico. Su deseo era que fuese un estudio general y escrito con un mínimo de tecnicismo destinado a un público más amplio del especializado en geobotánica. En realidad el deseo del doctor Murillo era muy justificado, dado que no existen apenas descripciones publicadas que den idea de como es la vegetación natural, espontánea, de Colombia, como tampoco las hay relativas a la mayoría de las regiones tropicales latinoamericanas.

El Dr. Murillo reprodujo con atinadas acotaciones de su parte, los trabajos de Caldas, Vergara, Chardon y Chapman sobre la ecología y vegetación de Colombia. En todos ellos hay aspectos originales y datos y descripciones de valor. Con respecto al carácter y distribución de la vegetación natural en Colombia, el trabajo de Chapman es el más ilustrativo que se ha publicado hasta la fecha y su mapa es apenas modificable hoy día.

El autor de estas líneas ha tenido el proyecto desde hace muchos años de hacer un estudio ecológico y fitogeográfico a fondo del territorio colombiano. La principal dificultad con que se encontró fue el estado de atraso en que se hallaba el conocimiento de toda la flora neotropical, y especialmente la de la región noroeste de América del Sur. Esto obligó a dedicar muchos años a la exploración y estudio de la flora. Hoy día tenemos bastantes elementos entre las notas de campo y los herbarios para el estudio fitogeográfico proyectado; no obstante para dar cima a la obra se necesita una dedicación completa durante un cierto plazo y nuevas visitas al campo de operaciones para revisar ciertos aspectos, despejar dudas y resolver algunos problemas ecológicos y corológicos pendientes.

No obstante para atender de momento los deseos del Dr. Murillo, y de otros colegas que los comparten, ofrecí una descripción preliminar de los aspectos fisionómicos de la vegetación de Colombia. En realidad la primera fase en el conocimiento de una vegetación es el estudio de su fisionomía, es decir de sus "formaciones", como se dice en lenguaje semitécnico. Por lo tanto como avance de un trabajo ecológico profundo y extenso, que ha de sucederle, se justifica en cierto modo. Se justifica para satisfacer siquiera parcialmente, la curiosidad de quienes desean información elemental sobre la vegetación natural de Colombia. También en 1953 con motivo del Congreso Científico del Pacífico fui solicitado para escribir un trabajo sobre el aspecto de la vegetación de la región norte-andina. No pude eludir el compromiso; y gran parte del material de aquel artículo ha sido aprovechado para el presente; un resumen del mismo se publicó en la revista Suelos Ecuatoriales de Medellín. El presente trabajo pretende únicamente dar una idea de los aspectos más destacados de la inmensa vegetación colombiana, a base solo de la experiencia personal del autor adquirida en el campo y en el herbario. Deseo señalar también que dada la falta de tiempo disponible para elaborar una síntesis completa, se ha prescindido no solo de la bibliografía existente (incluyendo mis propias publicaciones) sino también de gran parte de los datos inéditos propios. Excusado es decir que el carácter de este artículo es ajeno al de mis "Observaciones Geobotánicas en Colombia", 1934, elaboradas con un criterio estrictamente técnico. A pesar de todas las limitaciones confío que el presente trabajo contribuya a la difusión del conocimiento de la extraordinaria vegetación colombiana. Al final se inserta una lista bibliográfica donde el lector interesado encontrará valiosas fuentes complementarias de información.

CARACTER DE LA VEGETACION

Lo que caracteriza la vegetación natural del territorio colombiano tomada en su conjunto, es la riqueza y extraordinaria exuberancia de su flora. Una inmensa capa verde, de variada estructura y composición, cubre la casi totalidad de su superficie extendiéndose de extremo a extremo, es decir de oeste a este, de norte a sur y desde las inmensas, constantemente cálidas y bajas llanuras, hasta las permanentemente frías sumidades de las cordilleras. Solo ciertas áreas presentan vegetación discontinua y aun pobre debido a factores locales o edáficos y en su mayor parte a la acción antropogénica. Pero no hay duda de que la vegetación de Colombia es una de las más exuberantes del mundo y de que a pesar de la aparente uniformidad que muestra una superficial vista de pájaro, contiene gran variedad de formas biológicas y un infinito repertorio de entidades taxonómicas.

Su situación en la zona tropical cruzando el ecuador, con fuertes lluvias y elevadas temperaturas en las tierras bajas, el territorio corrugado y montañoso produciendo gran diversidad de medios ecológicos y las barreras naturales que para la migración de las especies representan las cordilleras, son condiciones adecuadas para la diversificación morfológica y la evolución de las estirpes. Colombia es una de las pocas partes del mundo en donde la vegetación clímax cubre todavía la mayor parte del país, por cuya razón el territorio sigue aun dominado por unas pocas formaciones vegetales extensamente distribuídas. Pero en el seno de las grandes formaciones, constituídas con gran riqueza de especies, se desarrolla una verdadera gama de tipos biológicos.

La mayor formación básica que cubre gran parte del país es la selva virgen neotropical. La flora, es decir las especies que la constituyen, es genuinamente neotropical. En la vegetación de la era terciaria que se extendía por lo que era entonces continente americano, de este a oeste, antes del surgimiento de los Andes, hay que buscar el origen de la flora actual. Con el levantamiento de los Andes se formaron barreras naturales que han facilitado la especiación por aislamiento, fenómeno aun más evidente en la zona occidental del país que cuenta con un alto porcentaje de endemismos. La elevación de los Andes fue creando paulatinamente nuevas condicio-

nes ecológicas debidas en primer término a la disminución de la temperatura en las regiones emergidas. Estos cambios condicionaron la selección de las mutaciones y con ello la formación de nuevos géneros y especies. La flora nueva que se iba formando sobre los Andes en crecimiento se originó pues por evolución y adaptación de las estirpes terciarias de la plataforma inferior y también, luego, por migraciones de norte a sur o viceversa. Aunque el conocimiento de la flora de las regiones neotropicales está bastante atrasado, los datos de que disponemos hoy día indican claramente que la flora de los Andes y de las tierras bajas en que se asientan, constituyen una compleja unidad de formas taxonómicas emparentadas que se suceden y se entrelazan en el espacio. En toda el área se repiten las mismas familias y casi todos los géneros sin ninguna diferencia latitudinal. Con respecto a la distribución altitudinal y a la adaptabilidad de las altas montañas la selección natural ha actuado en beneficio de ciertos grupos pero es un hecho claro que la mayor parte de la flora de las faldas andinas se ha derivado de la de tierra baja.

Ya de tiempo se tenía la idea del común origen de la flora básica continental, pero la falta de datos florísticos, especialmente de las regiones occidentales del continente, podían inspirar ciertas dudas. Al efecto, las exploraciones recientes de las selvas de ambos lados refuerzan la opinión anteriormente expuesta. Por ejemplo, el género *Huertea* hasta hace poco solo se conocía de una localidad en el Perú y de otras poblaciones de las islas del Caribe; el autor descubrió en Colombia en lugares intermedios dos nuevas especies de estos árboles, una en la hoya amazónica, otra en la zona andina occidental (± 2000 m. alt.); recientemente Llewelyn Williams la colectó en la cordillera de la costa de Venezuela. El género *Metteniusa,* de singulares características sistemáticas, (lo mismo que *Huertea*), presenta una semejante distribución; también solo se conocía del Perú y de la frontera Venezuela-Colombia; últimamente fue hallada por el autor en la región del Putumayo, localidad intermedia. El género *Belotia* de las Tiliáceas ha sido extendido al continente suramericano por mis exploraciones y las de E. Little en el Ecuador. Una de las familias más importantes en la composición de las selvas tropicales es la de las Burseráceas; recientes exploraciones demuestran su abundancia en la Amazonia; nuestros descubrimientos especialmente en *Protium, Paraprotium* y *Dacryodes* (Fig. 1) confirman la uniformidad básica en la constitución floral de la selva neotrópica de este a oeste, evidenciando su carácter preandino. Lo mismo podría repetir del gigante de las selvas, *Huberodendrón;* esta Bombacácea descubierta no ha mucho por Ducke en la Amazonia fue clasificada recientemente por el autor de la zona del Pacífico y hallada por P. Allen en Costa Rica. El género *Cecropia* (los guarumos) se extiende abundantemente en selvas y orillas del centro y occidente colombiano con la misma espontaneidad con que se presenta en las vastas selvas orientales hasta el Atlántico. Y esto es solo para citar algunos de los casos en que por falta de datos hace algunos años se pudieron haber creído limitados a la zona oriental. Las listas que se dan en párrafos siguientes completarán la ilustración de la tesis expuesta.

Lo mismo se puede decir con respecto a las afinidades entre plantas a distintos pisos altitudinales. Las listas que se insertan luego prueban la continuidad de una flora básica desde el nivel del mar hasta el límite altitudinal de los bosques en las cordilleras. Numerosas son las familias o subfamilias en este caso, p. e. Leguminosas, Lauráceas, Melastomatáceas, Rubiáceas, Rosáceas, Bruneliáceas, Gutíferas, Vacciniáceas, Meliáceas, Moráceas, Mirsináceas, Aquifoliáceas, Mirtáceas, Araliáceas, Loganiáceas, Bromeliáceas, Orquídeas, Eriocauláceas, Lorantáceas, etc. Como géneros especialmente significativos de esta clase de distribución (resistencia máxima a temperaturas extremas) e importantes por su frecuencia social son dignos de ser citados:

Miconia	Eupatorium
Brunellia	Baccharis
Ruagea	Peperomia
Ilex	Puya
Cavendishia	Alsophila
Macleania	Blechnum
Thibaudia	Lycopodium
Rapanea	Paepalanthus
Schefflera	

En menor grado pero con amplio margen de adaptabilidad térmica se hallan:

Clusia	Hieronyma
Tovomita	Palicourea
Ficus	Psychotria
Conomorpha	Cinchona
Guarea	Smilax
Cedrela	Passiflora
Piper	

Es característico de ciertos grupos de plantas leñosas tropicales una gran facilidad en cambiar de forma biológica para adaptarse a un medio distinto. De este modo, en la selva higrófila megatérmica ciertos arbustos y árboles adoptan la forma de vida epifítica como ocurre con Vacciniaceae, Clusiaceae, Araliaceae, Rubiaceae (*Schradera, Cousarea, Cephalis*), Moraceae (*Cousapoa, Ficus*) las cuales son plantas terrestres en climas microtérmicos, mesotérmicos o menos húmedos. Esto es aparte de los diversos tipos biológicos a que generalmente cada especie vegetal pertenece como carácter propio e invariable. Como se ha dicho, la distribución de las especies en cada piso y comunidad está condicionada en parte a su forma biológica.

Así como he insistido en los argumentos que apoyan la idea de la unidad de carácter de la flora general preandina, me permitiré referirme nuevamente a las causas de diversificación de las especies que han operado en el territorio colombiano. Formadas las cordilleras resultaron muchas zonas de aislamiento de naturaleza topográfica, geológica, climática o ecológica. La propia masa vegetal de un bosque puede ser factor de aislamiento de sus propias especies. Ciertas plantas cuyo habitat óptimo sean las faldas y la hondonada de una hoya cubierta de selva, raramente traspasarán los filos que limitan la hoya para entrar en la contigua; tal ocurre (para citar solo un ejemplo de cosecha propia) con los guarumos; en una región dominada por la selva virgen no alterada he comprobado que las especies de *Cecropia* naturales del interior de una hoya son distintas de las de la hoya contigua. Es decir que en una serie de valles paralelos profundos cada uno tiene su especie distinta de *Cecropia.* El aislamiento topogeográfico es aquí factor de especiación. En las mayores alturas andinas ciertas especies, p. ej. un frailejón, ajustado a vivir en las condiciones de una estación determinada por la calidad del suelo, humedad y microclima de un páramo determi-

nado, constituye una población específica de frailejón limitada a ese páramo y estación diferenciándose de los frailejones de otros páramos y estaciones. El aislamiento puede estar determinado por un accidente topográfico (cerros circundantes) por un bosque que rodee la estación paramuna, o por autoecología, es decir por responder la especie únicamente a las microcondiciones de su páramo. La limitación del mecanismo de difusión de las semillas es también un factor favorecedor del aislamiento y por lo tanto de la diferenciación específica. Los frutos de *Espeletia* carecen de vilano por lo que tienen una área muy reducida de dispersión. Por estas razones las poblaciones climácicas de *Espeletia* presentan morfología muy uniforme. Esta, no obstante, varía cuando la

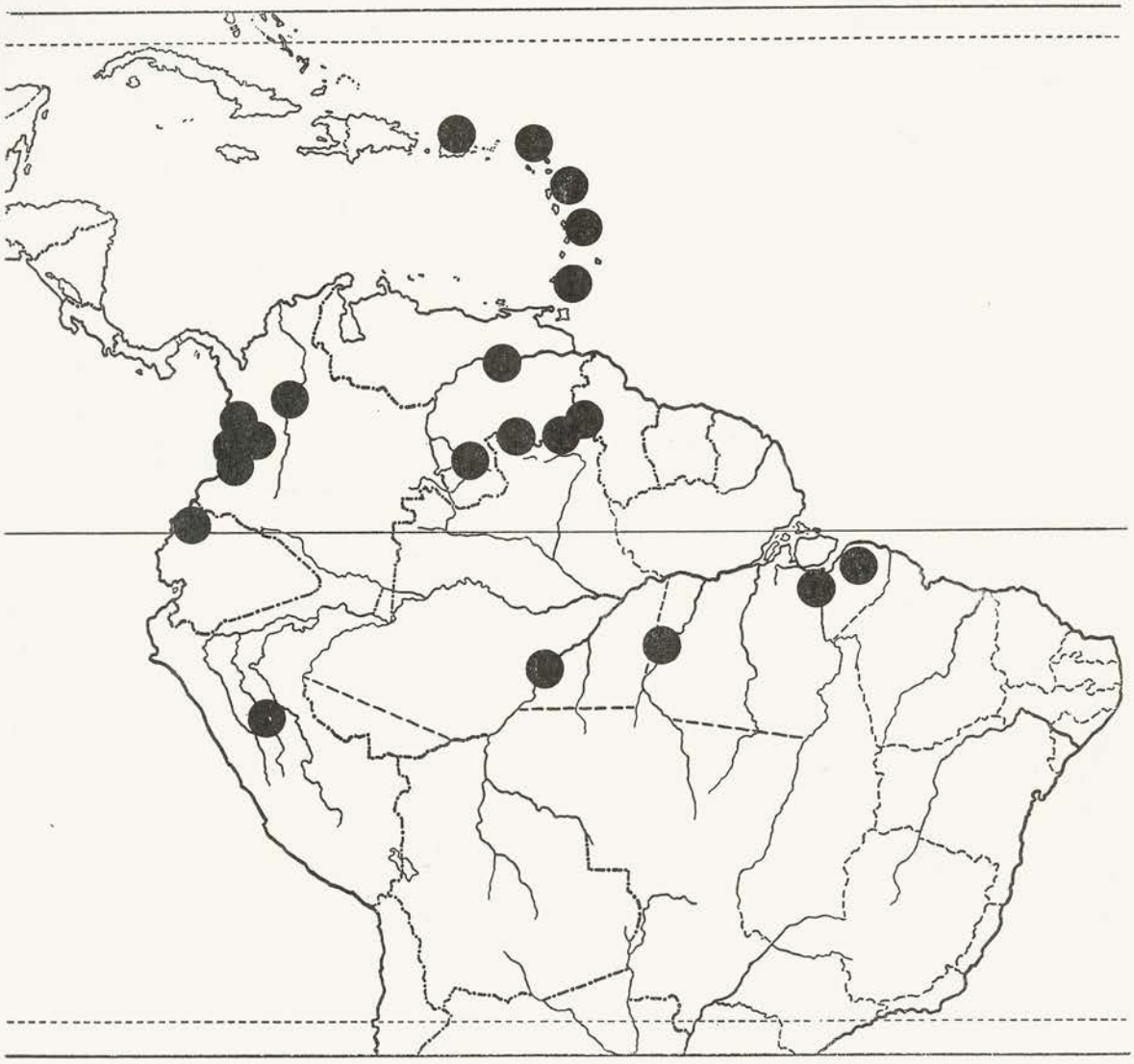


Figura 1. — Distribución del género **Dacryodes** ("anime", Burseraceae), como ejemplo del carácter neotropical de la flora que forma la selva inferior.

vegetación natural ha sido destruída; el hombre, con las talas y quemas abre caminos por los que las poblaciones localizadas se extienden, se ponen en contacto unas con otras, experimentando entonces modificaciones morfológicas fenotípicas y produciéndose hibridaciones y nuevas mutaciones. En el superpáramo el primordial factor aislante es la altitud, pues ocupa los picos o cerros situados en las sumidades de las cordilleras separados unos de otros como verdaderos islotes por grandes distancias. Las razones expuestas explican el hecho de que de las 74 especies hoy conocidas de frailejones (entre Colombia y Venezuela), 72 están circunscritas a reducidas áreas andinas y parameras. Es probable que una especie arbustiva de *Espeletia* muy afín a *E. neriifolia* se extendió por una gran área, desde la Cordillera Oriental a la cordillera de la costa venezolana y Sierra Nevada de Santa Marta, en una época glacial del pleistoceno dominada por un clima más frío. Al retirarse los glaciares las *Espeletia* subieron por la cordillera hasta las altitudes que ocupan hoy día. En su migración altitudinal y luego en otra horizontal hacia el suroeste, se fueron localizando poblaciones que evolucionaron por mutación y ajustamiento a la ecología local de cada páramo (véase Cuatrecasas, 1954). Figs. 2 y 3.

Fue Carlos Chardón (1941) quien primero trató a fondo el origen de las especies de las regiones nortan-

dinas. Basándose en estadísticas que hizo sobre monografías florísticas, entomológicas y ornitológicas, comentó ampliamente el carácter fundamental de una fauna y flora general preandina, de la cual luego se derivaron por evolución altitudinal las especies de los pisos andinos; también determinó el porcentaje de endemismo resultando ascender desde 27% en tierra baja a 100% en los páramos. La lectura de su trabajo, reproducido por Murillo en esta Revista (VIII: 185-202) es altamente instructiva.

En resumen, diremos que tanto los valles como las alturas crean condiciones geográficas o ecológicas aislantes, es decir, forman estas islas biológicas andinas e interandinas, que son centros de diversificación de especies y géneros de plantas. Es el fenómeno que sin duda justifica la denominación que el Dr. Luis Mª Murillo tan felizmente ha asignado al país colombiano, de *Archipiélago Biológico*.

EL FACTOR TROPICAL

Con mucha frecuencia se da a la palabra tropical una acepción simplista equiparándola a elevada temperatura. Es corriente leer trabajos en que el término "subtropical" y "extratropical" se aplica dentro del trópico a lugares o fenómenos relacionados con temperaturas moderadas. Nada más erróneo que ello y es necesario, en biología, rectificar esta inadecuada terminología substituyéndola por otra más precisa.

Zona tropical es la faja terrestre situada entre los trópicos; los fenómenos que tienen lugar en esta zona como consecuencia de su posición geográfica son fenó-



Figura 2. — Distribución del género **Espeletia** ("frailejones", Compositae), elemento característico del sector andino grancolombiano, o sea del **área nortandina**.



Figura 3. — Distribución del género **Loricaria** (Compositae) elemento característico de la región andina tropical o sea del **área tropandina.**

menos tropicales. Los factores mecánicos, físicos o físico-químicos que actúan sobre los seres en la superficie del planeta pueden experimentar variaciones sensibles en su calidad, intensidad, dirección y periodicidad desde el polo hasta el ecuador. Algunas de estas acciones son bien conocidas y sus variaciones han sido rigurosamente medidas y registradas. Otras de estas acciones son desconocidas totalmente, o se ignoran las variaciones que sufren con la posición geográfica. Entre los agentes climáticos bien conocidos en cuanto a su distribución geográfica está el factor temperatura; al biólogo interesa no solamente la distribución de las temperaturas medias, sino las oscilaciones de las temperaturas extremas. La zona tropical se caracteriza no precisamente por elevadas temperaturas máximas, sino por una débil oscilación anual de las temperaturas máximas y mínimas, es decir, por una relativa uniformidad térmica durante todo el año. Hace más calor en un día de julio o agosto en Chicago o en Berlín que en un lugar cualquiera cercano al ecuador. Los lugares elevados de las montañas sobre el ecuador son sumamente fríos durante todo el año, pero el frío es mucho más intenso que allí en un día de enero en Chicago o en Berlín. No podemos equiparar este lugar permanentemente frío de las regiones tropicales elevadas con una región de características climáticas como Illinois o la Marca de Brandenburg. La característica térmica inconfundible de las regiones del cinturón tropical es la uniformidad anual de temperatura alta o baja acompañada de una fuerte oscilación diurna, rigurosamente periódica y regular. La oscilación diurna de la temperatura en latitudes elevadas sufre una variación paralela al cambio anual. Otra de las influencias físicas que actúan sobre el trópico en forma similar a la del calor es la luminosidad. Ambos factores actúan también en el trópico con otra característica: la dirección de los rayos, que inciden en un ángulo muy abierto durante todo el año. Y todos los demás elementos contenidos en la radiación solar, de influencias conocidas, o completamente ignoradas, sobre los seres vivos, pueden ser causa de una acción decisiva sobre el desarrollo u origen de nuevos organismos.

Explico mi insistencia en considerar "tropicales" los climas, hechos y fenómenos del cinturón tropical porque aparte de su razón física, las manifestaciones de la vegetación demuestran una diferencia bien notoria con respecto a la vegetación extra-tropical. No voy a tratar aquí de las características de la vegetación en sus diversos distritos, que están expuestas en los tratados, pero señalo el hecho de una diferencia rotunda entre los bosques de tierras cálidas tropicales y los de tierras bajas extratropicales, entre los bosques de las montañas tropicales y los de las cordilleras extratropicales, entre los matorrales y los prados de las cumbres tropicales y la vegetación de las mayores altitudes extratropicales. Tampoco conviene usar para la denominación de pisos andinos la palabra "alpina", pues la vegetación alpina (extratropical) no tiene parangón con la andina (tropical). Hay grandes diferencias entre una y otra basadas no solo en la composición florística sino en la morfología de las plantas (biotipo), en la distribución cuantitativa y social de los biotipos que se traduce en la fisionomía de las asociaciones y del paisaje, en la vitalidad ininterrumpida de la flora (excepto en áreas excepcionalmente secas y bajo el punto de vista fitoevolutivo tal vez no climácicas). Ciertas manifestaciones morfológicas de las plantas se presentan solo en el trópico o bien presentan en el trópico su máximo desarrollo, de lo que se puede inferir que se han originado en el cinturón tropical con tal exuberancia, que algunos representantes se han extendido rebasando las fronteras tropicales. Citaré un ejemplo que es el de las plantas de tallo sencillo (o escasamente ramificado) rematado por una roseta o penacho de hojas terminales, sencillas o divididas (biotipo *caulirrósula*); las palmas constituyen el grupo más rico de este tipo y es una familia eminentemente tropical, con centenares de especies y millones de individuos profusamente distribuídos por las selvas tropicales cálidas, templadas y frías. Otro grupo de este tipo son las cicadineas de los géneros *Cycas* y *Zamia;* otro es el de los helechos arborescentes, que tienen su clímax en las selvas tropicales y en todas las altitudes; otro son diversas monocotiledóneas en más o menos grado, como *Fourcroya, Yucca, Puya.* A familias tan evolucionadas como las Compuestas y las Lobeliáceas también les alcanza, y adoptan este biotipo las *Lobelia* y los *Senecio* de las altas montañas africanas, *Chimantaea, Duidaea, Stenopadus* de los cerros cretácicos de las Guayanas y las *Espeletia* de las regiones más frías de los Andes. Es pues bien evidente la existencia de un tipo biológico especial (caulirrósula) originado en el trópico y profusamente distribuído entre sus límites. Este biotipo se halla en los más diversos grupos sistemáticos, comprende elementos del más primitivo origen (Pteridophyta, Cycadales), otros de formación actual (*Espeletia, Senecio*) y otros modernos pero filogenéticamente derivados (Monocotiledóneas). Indudablemente caulirrósula es un fitotipo de los más antiguos filogenéticamente hablando, originado en el trópico, y en el cual persisten las influencias para que se mantenga y para que reaparezca en grupos que se desarrollaron extensamente con otra morfología (p. ej. Compositae). El que caulirrósula es un biotipo de carácter filogenéticamente primitivo lo indica también el hecho de que ontogénicamente se puede ofrecer en una primera etapa del desarrollo vegetal. Ciertos árboles de las selvas tropicales presentan la fase juvenil en forma de un tallo largo y simple terminado por un penacho de hojas, como ocurre p. ej., en *Grias, Pentagonia, Herrania, Carpotroche, Codiaeum, Cespedesia, Cecropia, Pourouma,* etc. Aunque no sabemos a que atribuir de preciso este tipo de crecimiento, hasta tanto estudios fisiológicos experimentales no lo diluciden, hemos de pensar en la existencia de factores físicos y físico-químicos como posibles causantes. Probablemente la calidad de estos elementos condicionados por la intensidad, dirección, constancia, periodicidad, etc., constituyen un complejo de circunstancias, que se puede llamar *factor tropical,* responsable de los mencionados fenómenos biológicos.

OJEADA FISIOGRAFICA DE COLOMBIA

La gran cordillera de los Andes que domina los países occidentales del continente suramericano, entra en Colombia por el sur formando un solo cuerpo continuación de la cordillera ecuatoriana. Pero a poca distancia de la frontera, hacia 1 grado norte del Ecuador este tronco se divide en tres ramas semidivergentes de sur a norte separadas por dos profundos valles. La altura media de las cordilleras colombianas es de unos 3200 metros pero en gran extensión rebasan los 4000 m. y en numerosos lugares se elevan a gran altura picos de origen volcánico algunos de los cuales exhiben nieves perpetuas; los más eminentes de estos son el Nevado del Huila (5750 m.) y el del Tolima (5620 m.) en la cor-

dillera Central y el Nevado del Cocuy (5453 m.) en la Oriental; los dos picos más altos de Colombia están en la Sierra Nevada de Santa Marta (los Picos Bolívar y Colón, ambos a 5775 m.) que se yergue aislada al norte de Colombia.

Los Andes colombianos constituyen una enorme masa de montañas con infinidad de valles y quebradas transversales que forman una rugosa y complicada orografía. Es evidente también que estas cordilleras son una inmensa barrera que separa las regiones orientales (las hoyas del Amazonas y Orinoco) que desaguan al Atlántico de las tierras bajas situadas al oeste de la Cordillera Occidental. Estas están reducidas a una faja irregular paralela a la costa del Pacífico que va desde Panamá hasta el Ecuador formando una plataforma al nivel del mar cuya anchura máxima al sur de Colombia es de unos 100 km. Esta plataforma es aparentemente plana, pero está cruzada por pequeñas ondulaciones salpicadas de cerritos separados por una verdadera red de riachuelos y canales.

El río Magdalena es el mayor de los ríos completamente colombianos, va de sur a norte a lo largo del amplio valle de su nombre, profunda y larga hoya separatoria de las cordilleras Oriental y Central. No mucho antes de desembocar en el Atlántico recibe el Magdalena el caudal del río Cauca, el cual desciende por la hoya abierta entre la cordillera Central y Occidental fertilizando en su largo curso el alto valle de Popayán (1800 m. alt.) y el Valle del Cauca (900-1000 m. alt.). En el NW de Colombia el río Atrato de la vertiente atlántica y el San Juan de la del Pacífico naciendo en la misma región del Chocó y partiendo en direcciones opuestas forman una línea de N. a S. que separa al oeste la llamada Serranía del Chocó. Esta, flanqueada abruptamente por el Pacífico, es una región sumamente rugosa que forma infinitos cerros que no suelen exceder de los 400 m. si bien al norte, en el Darién (Panamá), se señalan algunos de hasta más de 1000 m. altitud.

En gran parte las vertientes de las cordilleras son inclinadas y abruptas por lo cual muchos de los ríos que se forman son de tipo torrentoso; la Cordillera Occidental que cae abruptamente sobre el Pacífico ofrece en este lado solo pendientes arroyos y algunos ríos de corto cauce, siendo los mayores el Patía y el Micay.

La Cordillera Central colombiana probablemente inició su emergencia durante el fin del cretáceo continuando su elevación durante todo el terciario hasta tiempos recientes. La primitiva Cordillera Central sufrió una depresión longitudinal que la dividió en las actuales Cordilleras Central y Occidental, formadas principalmente por rocas paleozoicas. En cambio, el levantamiento de la Cordillera Oriental colombiana empezó a mediados del terciario con el plegamiento de los sedimentos mayormente cretáceos y terciarios causado por la presión lateral del macizo de la Guayana en su desplazamiento hacia el W. contra el bloque de la Cordillera Central. Un movimiento del mismo tipo levantó la cordillera venezolana de Mérida. Durante la glaciación pleistocena en los Andes colombianos los glaciares descendieron hasta los 3400 m. de altitud; el actual nivel inferior de la nieve perpetua está a unos 4700 m. La Sierra Nevada de Santa Marta con glaciares en sus cúspides (5575 m.) se eleva como una isla al N. de Colombia desligada de la cordillera si bien es considerada como un desprendimiento de la Central. El sistema montañoso del noroeste de Colombia (Chocó) es de origen reciente. Los terrenos de las bajas llanuras situadas entre las cordilleras y entre las montañas son de origen sedimentario y en su mayor parte lacustres.

CLIMA

El clima de Colombia es, en primer término y debido a su situación geográfica, básicamente tropical; se caracteriza por la relativa uniformidad de temperaturas en cada sitio durante el año. Las principales diferencias en la temperatura atmosférica son originadas por la altitud y esto ocasiona una diferenciación de zonas de vegetación según pisos o niveles altitudinales. Estas variaciones van desde un promedio de 30° al nivel del mar hasta el de cero grados y menos a 4000-4500 m. de altura. A veces se citan fuertes variaciones diurnas de temperatura en los trópicos, pero en realidad estas oscilaciones son menores y aun insignificantes comparadas con las que se experimentan en las regiones templadas del globo. A modo de ejemplo se citan aquí las siguientes temperaturas extremas de máxima y mínima registradas en varias altitudes de Colombia: Barranquilla (nivel del mar, 39° máxima y 19° mínima); Calima-Buenaventura (nivel del mar, 38° y 19°); Guajira (nivel del mar, 40° y 14°); Cali (1000 m., 34.4° y 15.4°); Medellín (1538 m., 38° y 9°); Popayán (1760 m., 29° y 6°); Bogotá (2640 m., 25° y 0.3°).

Las lluvias varían según la región pero en general la precipitación es elevada; su distribución puede clasificarse en los tres siguientes tipos:

1.—Precipitaciones durante todo el año sin acusarse una estación seca bien definida. Se presenta en toda la zona occidental desde Darién al sur del país. Los datos registrados hace pocos años en la estación del bajo Calima (cerca de Buenaventura) entre la selva tropical se pueden considerar típicos de la zona: 9.123 mm., con 1297 mm. para el mes más lluvioso y 235 mm. para el menos lluvioso con solo dos meses de menos de 600 mm. Otras regiones del país en las faldas de las cordilleras y del oriente presentan también este tipo de pluviosidad. Corresponde aquí la *Hygrophytia.*

2.—Dos estaciones húmedas anuales alternando con otras dos menos húmedas o relativamente secas. Precipitación total relativamente alta. A veces desaparece una de las estaciones secas resultando una larga estación húmeda alternada con otra seca corta. Ejemplos de este tipo se encuentra en Cali (1000 m. alt.) 1200 mm.; Manizales (1500 m. alt.) 2153 mm.; Bogotá (2600 m. alt.) 1000 mm. Aquí corresponde la *Subhygrophytia.*

3.—Una estación húmeda alterna con una estación seca más o menos larga. En la costa NE de Colombia la estación húmeda puede durar 6 meses y aun mucho menos. En Barranquilla hay por lo menos 4 meses (diciembre-marzo) completamente secos, siendo muy lluviosos octubre y noviembre, con un promedio de precipitación anual de 880 mm. En la península Goajira las precipitaciones son aun más bajas pues nunca alcanzan 500 mm. anuales (generalmente menos de 300) y aun repartidos muy irregularmente. Determina la *Subxerophytia* y la *Xerophytia.*

Los vientos alisios relativamente secos que durante el invierno nórdico soplan por el NE son los responsables de la escasez de lluvias en la zona Atlántico-Goajira y en consecuencia de la singular aridez de esta zona. Condiciones locales en otros lugares del país, en valles y

quebradas interandinas y en su mayor parte por efecto de los vientos acanalados en quebradas estrechas, se producen áreas aisladas de clima seco acusadas súbitamente por la vegetación; tal es el caso del islote xerófito en la hoya del Dagua, del de Cañas Gordas-Dabeiba en Antioquia, de la hoya del Chicamocha etc., en los cuales un detallado estudio de las corrientes de aire proporcionaría ilustrativas enseñanzas. Véase C. Troll, 1952.

Aparte de la lluvia, la nubosidad y la niebla son factores importantes en mantener gran parte del país en un grado alto de humedad, especialmente en las partes elevadas de las cordilleras. La humedad relativa es en general bastante elevada en Colombia variando desde el estado de saturación constante, como ocurre en las vertientes selvosas del oeste y del este, hasta fluctuaciones entre 59 y 83% que se han registrado en la región más seca del país, la península Goajira.

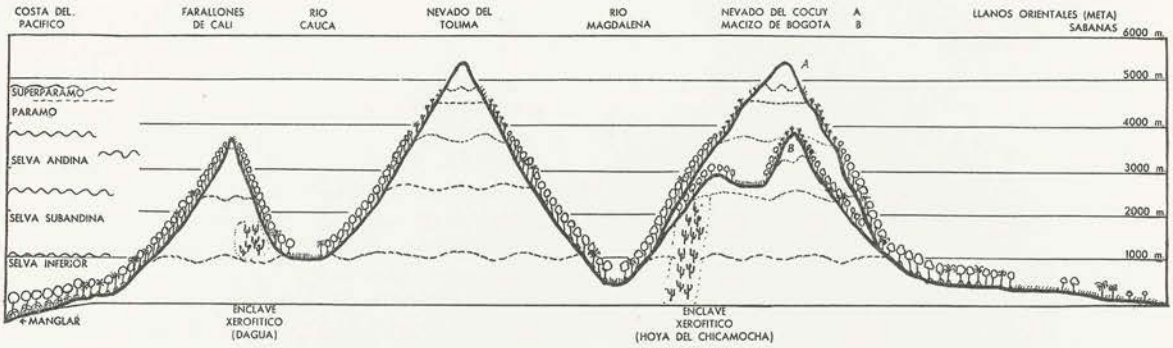


Figura 4. — Esquema muy simplificado de las formaciones climácicas según pisos altitudinales en una sección transversal del territorio colombiano, desde la Costa del Pacífico (al sur de Buenaventura) a los Llanos del Arauca y del Meta, con el perfil transversal de las tres cordilleras. En la Oriental se indica un doble perfil, el de la Sierra Nevada del Cocuy superpuesto al del macizo de Bogotá. Como excepción se indican dos enclaves xerofíticos que representan las formaciones locales más alejadas de la clímax general dominante (subhigrofitia).

LAS FORMACIONES VEGETALES

Se van a considerar las principales, clasificadas del siguiente modo:

1.—La selva neotropical (o selva lluviosa neotropical perennifolia).
   A.—La selva neotropical inferior.
   B.—La selva subandina (o bosque subandino).
   C.—La selva andina (o bosque andino).
2.—Formaciones de páramo.
   A.—El subpáramo.
   B.—El páramo propiamente dicho.
   C.—El superpáramo.
3.—La sabana.
   La sabana casmófita.
4.—Formaciones xerófitas o subxerófitas.
5.—Los manglares.
6.—Formaciones de playas y márgenes.
7.—Los prados.
8.—Formaciones acuáticas.

1. LA SELVA NEOTROPICAL

La selva neotropical en sentido amplio, es la formación vegetal más importante de Colombia, tanto por la gran extensión que ocupa (unas 2/3 partes del territorio) como por constituir en su mayor parte la clímax geográfica, es decir, por haber alcanzado el máximo biológico que la masa de vegetación es capaz de adquirir espontáneamente en las condiciones climático-geográficas presentes. La selva neotropical se caracteriza por la riqueza en especies de árboles que componen sus comunidades (muy raramente estas sinecias climácicas están constituídas por una sola especie), por las hojas de los árboles cartáceas o coriáceas y persistentes, por la variedad de formas biológicas en sus diferentes estratos con gran abundancia de bejucos leñosos y de epífitas y por la exuberante vitalidad de todo el bioma. La selva tropical es higrófila por definición y sin variar apenas de aspecto durante el año manteniéndose siempre verde, pues la temperatura y las lluvias se distribuyen uniformemente; por igual motivo no se distinguen en ella épocas especiales de floración. Estas selvas (*the Rain-Forest, der Regenwald*) entran en la *Pluviisylva* de la clasificación de las formaciones de Rübel y en el *Hygrodrymium* de la de Diels. En la gran selva neotropical se hallan numerosas variaciones que caracterizan las innumerables comunidades que la integran, variaciones correspondientes a diferencias regionales, edáficas y microclimáticas, pero en este trabajo se van a distinguir solamente tres grandes variantes de la gran "formación", correspondientes a la variación climática de altitud. El factor principal que condiciona estos tres subtipos de formación es la temperatura; solo en menor grado también la humedad. La temperatura decrece a medida que sube el nivel de los Andes (± 1° cent. por cada 180 m.), mientras que la humedad no cambia por este motivo; aunque la cantidad de precipitación puede disminuir hacia las alturas, las nubes que rodean las montañas y la niebla sostienen un alto grado de humedad.

Los tres subtipos altitudinales de formación de selva no resultan muy bien definidos ni quedan bien separados uno del otro; más bien, muchas especies integrantes de los bosques se imbrican unas con otras a diversas alturas, desde el nivel del mar hasta la máxima altitud a que alcanza la selva. Si bien es fácil distinguir la naturaleza y estructura del bosque altoandino del que se halla en las tierras bajas, es un hecho incontrovertible la dificultad existente hoy día en demarcar líneas divisorias entre estas zonas o pisos. Solamente futuros estudios detallando la distribución altitudinal de las especies en sus formaciones climácicas permitirán formular divisiones definidas de la uniforme e inmensa masa de selvas que cubren las faldas andinas. Muchos autores llaman los bosques de la cordillera "bosque de montaña", "sel-

vas de montaña" o "bosques subtropicales", pero sin dar ningún carácter definidor ni los límites de estos bosques. La mayoría de los autores que directa o indirectamente se han ocupado de las zonas altitudinales de los Andes se han basado en las plantas cultivadas o adventicias, que se hallan precisamente en las áreas deforestadas. Sin quitar valor a esas clasificaciones ni a la significación biológica y geográfica que tiene la distribución de las plantas cultivadas, este punto de vista no puede servir para la clasificación de las selvas espontáneas. Al considerar estas aquí, y al no poder usar de términos morfológicos, ni siquiera biotipológicos, para denominar los subtipos de formación (de selva), prefiero usar términos geográficos regionales indicativos de localización. De este modo, los bosques del piso superior altitudinal de los Andes son los *bosques andinos,* los de transición en las faldas medias de los Andes son los *bosques subandinos*. Algunos antiguos tratadistas, conocedores a fondo de la naturaleza andina, como Wolf, p. ej., reconocieron ya la unidad de carácter de la gran formación selvática tropical.

A. SELVA NEOTROPICAL INFERIOR

La selva tropical de tierra baja se extiende desde el nivel del mar hasta unos 1000 m. alt. por las llanuras aluviales y por las bases de la Cordillera Occidental en la costa del Pacífico; cubre toda la región noroeste de Colombia, es decir el Chocó y sus serranías, las inmensas llanuras del sudeste desde el Amazonas hasta el Guaviare y hasta las mismas faldas de la Cordillera Oriental, y domina extensas partes del interior, en los valles y entre las tres cordilleras. La temperatura media anual en esta formación va de 30° a 23°, la precipitación total anual varía desde 10.734 mm. (Quibdó), 4.807 mm. (Villavicencio), 3.388 mm. (Puerto Asís) a 1.816 mm. (Honda). Planchas I, II, III, V.

Esta formación de selva está constituída por árboles de distintos tamaños, alcanzando los más corpulentos una altura de 30-40 metros y un diámetro de 1 m. Muchos árboles presentan típicos fúlcreos o raíces zancos o grandes estribos tabulares en la base. El sotobosque está formado por numerosas especies de arbolitos, grandes arbustos y hierbas gigantes (megafilas, como las de Escitamíneas y Aráceas). Abundan bejucos leñosos de grueso tronco y hay gran profusión de epífitas (criptógamas, monocotiledóneas, matas leñosas). Matas caulifloras (truncifloras) o ramifloras son frecuentes. El ramaje de los árboles es siempre verde debido a que el follaje es persistente; las hojas son esclerófilas, cartáceas o coriáceas, de bordes enteros o subíntegros, predominantemente meso o macrófilas (escala de Raunkier). No obstante existen unas pocas especies heliófilas cuyas hojas se desprenden por una corta temporada, hecho que no altera la fisionomía de la selva, ya que estos árboles se hallan muy esparcidos. La especie más conspicua de las caducifolias es *Huberodendron patinoi* (el carrá), que en la costa del Pacífico rebasa en altura el nivel de la propia selva, es decir que su copa emerge de la masa perennifolia de los demás árboles [1].

En esta formación se hallan representadas no solamente muchas especies sino que también numerosas familias y géneros, como los siguientes de la población arbórea de la Costa del Pacífico (Yurumanguí-Calima); árboles de 20-40 m. altura:

Anacardiaceae: *Anacardium, Campnosperma, Tapirira.*
Anonaceae: *Anaxagorea, Crematosperma, Guatteria, Pseudoxandra, Unonopsis, Xylopia.*
Actinidaceae: *Saurauia.*
Apocynaceae: *Couma, Lachmella, Zschokkea.*
Aquifoliaceae: *Ilex.*
Bignoniaceae: *Jacaranda.*
Bombacaceae: *Huberodendron, Matisia, Pachira, Phragmotheca, Pseudobombax.*
Burseraceae: *Dacryodes, Paraprotium, Protium, Trattinickia.*
Celastraceae: *Goupia.*
Clusiaceae: *Calophyllum, Chrysochlamys, Clusia, Symphonia, Tovomita.*
Dichapetalaceae: *Dichapetalum, Tapura.*
Eleocarpaceae: *Sloanea.*
Euphorbiaceae: *Hieronyma, Tetrorchidium.*
Humiriaceae: *Humiria, Sacoglottis, Vantanea.*
Hypericaceae: *Marila, Vismia.*
Lauraceae: var. gen. & species.
Flacourtiaceae: *Hasseltia.*
Lacistemaceae: *Lacistema.*
Lecytidaceae: *Eschweilera, Gustavia.*
Leguminosae: *Dussia, Andira, Inga, Macrolobium, Parkia, Pseudovaupea, Mora, Pentaclethra, Pterocarpus, Swartzia.*
Malpighiaceae: *Byrsonima.*
Melastomataceae: *Miconia.*
Meliaceae: *Carapa, Cedrella, Guarea, Trichilia.*
Moraceae: *Brossimum, Castilla, Cecropia, Coussapoa, Ficus, Helicostylis, Olmedia, Olmediopsis, Perebea, Pourouma.*
Myristicaceae: *Compsoneura, Dialyanthera, Iryanthera, Osteophloeum, Virola.*
Myrsinaceae: *Ardisia.*
Ochnaceae: *Cespedesia, Ouratea.*
Olacaceae: *Minquartia, Heisteria.*
Rosaceae: *Hirtella, Licania, Parinari.*
Rutaceae: *Fagara.*
Rubiaceae: *Elaeagia, Isertia,* etc.
Sapindaceae: *Cupania.*
Sapotaceae: div. gen. et spp.
Sterculiaceae: *Sterculia, Theobroma.*
Tiliaceae: *Apeiba, Belotia, Luehea.*
Violaceae: *Fusispermum, Gleospermum.*
Vochysiaceae: *Vochysia.*
Palmas: *Ammandra, Astrocaryum, Attalea, Bactris, Catostigma, Euterpe, Guilielma, Jessenia, Iriartea, Manicaria, Mauritiella, Metasocratea, Orbignya, Phytelephas, Socratea, Tessmanniophoenix, Welfia, Wettinia, Chamaedorea, Geonoma.*
Cycadineae: *Zamia.*

A continuación doy una lista de familias y géneros de árboles importantes anotados por el autor en la región oriental del país (selvas del Vaupés-Putumayo):

Anonaceae: *Anaxagorea, Anona, Crematosperma, Duguetia, Guatteria.*
Anacardiaceae: *Tapirira.*
Apocynaceae: *Ambelania, Couma, Malouetia.*

[1] La explicación de la caída de la hoja en este clima puede referirse a una causa genética, siendo probable que las Bombacáceas de este tipo (al igual que *Ceiba, Pseudobombax*) se hayan originado bajo la influencia de un clima estacional alternante.

Bignoniaceae: *Jacaranda.*
Bombacaceae: *Bombax, Ceiba, Matisia.*
Burseraceae: *Crepidospermum, Dacryodes, Hemicrepidospermum, Paraprotium, Paraprotium, Protium, Trattinickia.*
Caryocariaceae: *Caryocar.*
Clusiaceae: *Calophyllum, Chrysochlamys, Clusia, Simphonia, Tovomita.*
Combretaceae: *Buchenavia, Combretum.*
Eleocarpaceae: *Sloanoa.*
Euphorbiaceae: *Alchornea, Croton, Hevea, Micrandra, Mabea, Sapium.*
Flacourtiaceae: *Lindackeria, Tetrathylacium, Hasseltia, Homalium.*
Humiriaceae: *Humiria, Sacoglottis.*
Hypericaceae: *Vismia.*
Leguminosae: *Brownea, Bauhinia, Calliandra, Campsiandra, Cowellocasia, Heterostemon, Inga, Macrolobium, Macrosamanea, Parkia, Peiranisia, Piptadenia, Swartzia, Sweetia, Tachigalia, Taralea, Zygia.*
Lecythidaceae: *Eschweilera, Grias, Gustavia, Lecytis.*
Lauraceae: *Nectandra,* etc.
Malpighiaceae: *Burdachia, Byrsonima, Heteropteris.*
Melastomataceae: *Miconia.*
Meliaceae: *Guarea, Trichilia.*
Moraceae: *Brosimum, Castilla, Cecropia, Coussapoa, Ficus, Jacaratia, Olmedia, Olmediopsis, Perebea, Pourouma, Poulsenia, Trophis.*
Myristiaceae: *Dialyanthera, Virola.*
Myrtaceae: *Myrica.*
Ochnaceae: *Blastemanthus, Cespedesia, Ouratea.*
Olacaceae: *Heisteria.*
Polygonaceae: *Coccoloba, Triplaris.*
Protaceae: *Panopsis.*
Rosaceae: *Couepia, Hirtella, Licania, Parinarium.*
Rubiaceae: *Calycophyllum, Warszewiczia.*
Sapindaceae: *Allophylus, Cupania, Matayba.*
Sapotaceae: *Manilkara, Pouteria.*
Staphylleaceae: *Huertea.*
Simarubaceae: *Picramnia.*
Tiliaceae: *Apeiba.*
Violaceae: *Gleospermum, Rinorea.*
Palmas: *Astrocaryum, Bactris, Catostigma, Cuatrecasea, Euterpe, Guilielma, Iriartea, Iriartella, Jessenia, Manicaria, Mauritia, Mauritiella, Maximiliania, Oenocarpus, Phytelephas, Paraschelea, Socratea, Syagrus, Geonoma, Chamaedorea.*
Cycadineae: *Zamia.*

A modo de ejemplo de constitución de las selvas de tierra baja en Colombia se dan a continuación las siguientes listas de composición de comunidades vegetales del río Yurumanguí (alrededor de Veneral) y del bajo Calima de la costa del Pacífico, del río Vaupés (Mitú-Carurú) y del Putumayo. Aunque incompletas y no correspondientes a verdaderas sinecias, no dejan de ser ilustrativas. Para facilitar su análisis y comprensión se desintegran en tipos biológicos y dentro de ellos se enumeran las especies por familias. Los nombres vulgares que se citan son locales y tomados en su lugar por el autor, sus identificaciones son originales y casi todas se publican aquí por vez primera.

SELVA DEL BAJO CALIMA (TROJITA-LA BREA)

ARBOLES

Anacardiaceae:

Tapirira myriantha

Anonaceae:

Anaxagorea clavata
Crematosperma novogranatense
Guatteria chocoensis (cargadero)
Guatteria columbiana (cargadero)
Guatteria cargadero (cargadero)
Guatteria calimensis (cargadero)
Pseudoxandra
Xylopia columbiana (rayado)

Apocynaceae:

Couma macrocarpa (popa)
Lachmella speciosa (caimito-pumarejo)

Aquifoliaceae:

Ilex flos-parva
Ilex nayana

Bignoniaceae:

Jacaranda hesperia (gualanday)

Bombacaceae:

Matisia hirta
Matisia castaño (castaño)
Matisia leptandra
Huberodendron patinoi (carrá)
Pseudobombax squamigerum (lana)
Phragmotheca siderosa (baltrán)

Burseraceae:

Dacryodes occidentalis (caraño)
Dacryodes acutipyrena
Protium colombianum (anime)
Protium nervosum (anime)
Protium glomerulosum (ruda macho)
Protium amplum

Clusiaceae:

Calophyllum brasiliense
Calophyllum longifolium (marío)
Chrysochlamys dependens (zanco de araña)
Tovomita lanceolata

Eleocarpaceae:

Sloanea multiflora

Euphorbiaceae:

Hieronyma chocoensis

Flacourtiaceae:

Hasseltia floribunda

Humiriaceae:

Sacoglottis procera (chanú)

Hypericaceae:

Marila dolichandra (carbonero)
Vismia cuatrecasasii
Vismia panamensis
Vismia rufa (sangre de gallina)
Vismia angusta



LITOGRAFIA ARCO BOGOTA

Interior de la selva neotropical en la costa del Pacífico, bajo Calima, con **Zamia** sp. y un penacho de una lecitidácea en primer término, la palma **Tessmanniophoenix polyneura,** hojas de **Heliconia,** una hoja colgante de **Welfia regia,** palmitas jóvenes etc. (Foto Cuatrecasas C-2227).



Metasocratea hecatonandra Dugand. Cono de raíces epigeas, espinosas y cubiertas de hepáticas y helechos epífitos; una hoja de **Manicaria saccifera** al fondo; **Chamaedorea** spp. repartidos. En la costa del Pacífico, bajo Calima. (Foto Cuatrecasas C-2232).

Lauraceae:

Nectandra spp. (jigua, chachajo)

Lecythidaceae:

Eschweilera pittieri
Eschweilera sclerophylla (guasco)
Gustavia occidentalis (manteco)

Leguminosae:

Inga polita (guabo rosario)
Inga spectabilis
Dussia lehmannii (bagatá)
Macrolobium stenosiphon
Pentaclethra macroloba (dormilón)
Pterocarpus officinalis (suela)
Swartzia darienensis
Andira inermis

Malpighiaceae:

Byrsonima magna

Melastomataceae:

Miconia ruficalyx (mora)

Meliaceae:

Cedrela odorata (cedro)
Guarea mancharra (mancharro)
Trichilia acutanthera

Moraceae:

Brossimum utile (sande)
Castilla (caucho)
Cecropia burriada (burriadá)
Cecropia virgusa (virgusa)
Cecropia eximia (yarumo)
Cousapoa contorta
Helicostylis paraensis
Ficus glabrata (higuerón)
Pourouma chocoana (uvo)

Myrsinaceae:

Ardisia manglillo (manglillo)

Myristicaceae:

Compsoneura trianae (sebo)
Compsoneura atopa (castaño)
Dialyanthera lehmanni (cuángare)
Dialyanthera otoba (cuángare, sebillo)
Iryanthera megistophylla
Iryanthera ulei (cabo de indio)
Virola macrocarpa (sebillo)

Ochnaceae:

Cespedesia macrophylla (pacó)

Olacaceae:

Minquartia punctata (guayacán)

Rosaceae:

Hirtella tubiflora
Licania chocoensis
Licania minuscula
Licania velata

Rubiaceae:

Elaeagia sp.
Isertia pittieri

Tiliaceae:

Apeiba aspera (peine de mono)
Belotia australis
Luehea seemannii

Violaceae:

Fusispermum minutiflorum
Gleospermum sclerophyllum

Vochysiaceae:

Vochysia ferruginea (sorogá)

ARBOLITOS

Acanthaceae:

Aphelandra hartwegiana

Apocynaceae:

Tabernaemontana sanaho

Clusiaceae:

Tovomita trojitana
Chrysochlamys membranacea (zancaraña)
Rheedia chocoensis (madroño)

Erythroxylaceae:

Erythroxylum macrophyllum

Flacourtiaceae:

Carpotroche pacifica
Casearia sylvestris
Hasseltiopsis mucronata
Ryania chocoensis
Casearia combaymensis

Euphorbiaceae:

Phyllanthus mexiae (chirrinchao)

Hypericaceae:

Marila dolichandra

Leguminosae:

Macrolobium archeri (marimbo)

Melastomataceae:

Ossaea spicata (mora)
Miconia lepidota (mora)
Miconia scorpioides (mora)
Conostegia multiflora (mora)
Conostegia trianae
Blakea stellaris
Bellucia grossularioides

Meliaceae:

Guarea chalde (chalde)

Piperaceae:

Piper reticulatum

Rosaceae:

Hirtella racemosa (garrapato)

Rubiaceae:

Faramea calophylla
Ferdinandussa dissimiliflora
Faramea lutescens
Cephaelis crassifolia
Ladenbergia hookeriana
Palicourea lugubris

Palicourea nigricans
Psychotria macrophylla
Psychotria cincta
Psychotria lassula
Psychotria rufescens
Guettarda discolor
Guettarda ochreata
Schradera neeoides

Rhizophoraceae:
Cassipourea calimensis

Sterculiaceae:
Theobroma nemorale

Theophrastaceae:
Clavija densilineata

Verbenaceae:
Aegiphila glandulifera

Violaceae:
Gleospermum sclerophyllum

ARBUSTOS

Acanthaceae:
Aphelandra cuatrecasasii

Melastomataceae:
Ossaea trichocalyx
Ossaea bracteata
Ossaea grandifolia (mora)
Ossaea robusta
Ossaea rufibarbis
Ossaea macrophylla
Tocoa spadiciflora (mora)
Tocoa acuminata

Moraceae:
Trophis racemosa (barbarito)

Myrsinaceae:
Weigeltia purpurea (chocó)

Piperaceae:
Piper griseolimbum

Rubiaceae:
Psychotria cuspidata
Amphydasia ambigua
Psychotria longissima
Psychotria amplissima

PALMAS

Ammandra decasperma (cabeza de negro)
Astrocaryum standleyanum (güérrege)
Attalea allenii (taparín)
Catostigma radiatum (palma crespa)
Iriartea corneto (barrigona, pambil)
Jessenia polycarpa (milpeso)
Manicaria saccifera (jícara)
Metasocratea hecatonandra (sapa)
Orbignya cuatrecasana (táparo)
Phytelephas sp. (tagua)
Socratea elegans (zancona)
Tessmaniophoenix dianeura (nolí)
Welfia regia (amarga)
Wettinia quinaria (memé)

BEJUCOS

Apocinaceae:
Odontadenia cognata
Mandevilla hirsuta
Prestonia
Allamanda cathartica
Odontadenia grandiflora

Bignoniaceae:
Paragonia pyramidata

Connaraceae:
Connarus nervatus

Convolvulaceae:
Maripa cuatrecasasii

Cyclanthaceae:
Carludovica spp.

Dilleniaceae:
Doliocarpus coriaceus

Dichapetalaceae:
Dichapetalum odoratum

Hippocrateaceae:
Salacia multiflora
Cheiloclinium sp.

Leguminosae:
Machaerium parvifolium (pichinché)
Mucuna rostrata (embisca)
Schnella mutisii
Dioclea cuspidata

Loganiaceae:
Strychnos mitschertichii

Melastomataceae:
Ossaea resinosa
Blakea pilosa
Clidemia epiphytica
Blakea alternifolia
Adelobothys frutescens

Malpighiaceae:
Tetrapteris calophylla v. *glabrifolia*
Mascagnia platyrhachis
Hiraea fagifolia

Marcgraviaceae:
Marcgravia

Passifloraceae:
Passiflora vitifolia (granadilla)
Passiflora gracillima

Piperaceae:
Sarchorhachis sydowii

Rhamnaceae:
Gouania polygama (agraz)

Rubiaceae:
Schradera luxurians
Sabicea colombiana
Malanea chocoana

Sapindaceae:

Serjania calimensis
Paullinia chocoensis
Paullinia bracteosa
Paullinia faginea

Smilaceae:

Smilax aequatorialis (china)
Smilax tomentosa (china)

Solanaceae:

Solanum sp. (uña de gato)

EPIFITAS LEÑOSAS

Araliaceae:

Schefflera multiflora
Schefflera magnifolia
Oreopanax anchicayanum

Clusiaceae:

Clusia triflora (matapalos)
Clusia fructiangusta
Clusia latipes
Clusia sclerophylla
Clusia hydrogera
Clusia cruciata
Clusia latifolia
Clusiella macropetala
Oedematopus octandrus
Pilosperma caudatum
Tovomita trojitana
Quapoya peruviana v. *occidentalis*

Gnetaceae:

Gnetum sp.

Melastomataceae:

Adelobotrys guianensis
Blakea cuatrecasii (mora)
Blakea podogrica (mora)
Blakea stellaris (mora)
Topobea subscaberula
Topobea floribunda
Topobea pubescens
Ossaea resinosa

Moraceae:

Coussapoa vannifolia
Ficus peroblonga
Ficus hartwegii

Rubiaceae:

Schradera calophylla
Cephaelis sp.

Vacciniaceae:

Psammisia occidentalis
Psammisia pacifica
Cavendishia palustris
Cavendishia coccinea
Cavendishia praestans
Cavendishia splachnoides
Cavendishia tenella
Calopteryx insignis
Macleania pentaptera
Macleania tropica
Thibaudia pachypoda
Satyria bracteolosa
Satyria grandifolia
Anthopterus wardii
Sphyrospermum buxifolium
Sphyrospermum majus

PARASITAS

Loranthaceae:

Oryctanthus spicatus

EPIFITAS HERBACEAS

Araceae:

Philodendron guatemalense
Anturium sp.

Bromeliaceae:

Guzmania subcorymbosa
Guzmania musaica (chupaya)
Guzmania minor
Guzmania eduardi
Ronnbergia columbiana
Aechmea germinyana (chupaya)
Aechmea dactylina (chupaya)

Orchidaceae:

Epidendrum nocturnum
Epidendrum difforme
Epidendrum cuatrecasasii

Piperaceae:

Peperomia urocarpa
Peperomia emarginella
Peperomia paniculata
Peperomia serpens
Peperomia blephariphylla

HELECHOS

Adiantum petiolatum
Alsophila quadripinnata (lecho)
Alsophila microdontha
Dryopteris guianensis
Dryopteris angustifolia
Dryopteris sprengelii
Dryopteris gemmulifera
Pityrogramma calomelanos
Selaginella horizontalis
Trichomanes elegans

HELECHOS ARBORICOLAS

Eschatogramme panamensis
Bolbitis nicotianaefolius
Ctenopteris epiphytica
Nephrolepis rivularis
Nephrolepis pectinata
Lomariopsis japurensis
Polypodium cnoodes
Polypodium crassifolium
Trichomanes ankersii
Trichomanes dactylites
Salpichlaena volubilis
Selaginella longissima

HIERBAS

Calathea guzmanioides
Calathea insignis
Calathea colombiana
Calathea lutea
Calathea altissima
Calathea legrelleana
Arthrostema macrodesmum
Sanchezia pennelli
Centropogon cornutus
Begonia semiovata
Columnea silvatica
Trianaeopiper umbriculum
Trianaeopiper contraverrugosa
Pilea daguensis
Pilea seemannii
Pilea pteropodon
Diolena pileoides
Struchium sparganophorum
Jussiaea decurrens

SELVA DEL RIO YURUMANGUI (VENERAL)

ARBOLES

Anacardiaceae:

Campnosperma panamensis (sajo)

Actinidaceae:

Saurauria parviflora v. *lehmannii*

Anonaceae:

Guatteria cargadero (cargadera)
Guatteria elegantissima
Guatteria pittieri
Unonopsis pacifica (cargadera)

Bombacaceae:

Pachira acuatica (sapotolongo)

Burseraceae:

Protium colombianum (anime)

Celastraceae:

Goupia glabra (cháquiro)

Clusiaceae:

Chrysochlamys floribunda (manglillo)
Symphonia globulifera v. *macrocarpa* (machare)

Dichapetalaceae:

Dichapetalum nervatum

Eleocarpaceae:

Sloanea multiflora (embagatao)

Euphorbiaceae:

Hieronyma oblonga v. *nervata*
Tetrorchydium ochroleucum

Hypericaceae:

Vismia rufa
Vismia panamensis (sangre de gallina)
Marila laxiflora
Marila podantha

Lacistemaceae:

Lacistema pacificum

Lauraceae:

Nectandra sp. (jígua)

Lecythidaceae:

Eschweilera sclerophylla

Leguminosae:

Parkia velutina (guabo dormilón)
Hymenaea palustris (algarrobo)
Pterocarpus officinalis (suela)
Swartzia darienensis (hueso)
Inga sp. (guabo rabo de mico)
Pseudovaupea stenosiphon (pichindé)
Dussia lehmannii (bagatá)

Melastomataceae:

Miconia punctata (mora)

Moraceae:

Pourouma oraria (uva)
Pourouma chocoana
Cecropia burriada (burriadá)
Cecropia eximia (yarumo)
Brossimum utile (sande)

Myristicaceae:

Iryanthera joruensis (cuángare)
Osteophloeum platyspermum (sebillo)

Myrtaceae:

Campomanesia crassifolia (bigüare)

Olacaceae:

Heisteria cyanocarpa

Rosaceae:

Licania calvescens
Hirtella carbonaria (garrapato)

Rutaceae:

Fagara hygrophila (tachuelo)

Sapindaceae:

Cupania scrobiculata

Sterculiaceae:

Sterculia aerisperma
Theobroma capilliferum (cacao de monte)

Tiliaceae:

Apeiba aspera (peine de mono)

Vochysiacea:

Vochysia ferruginea

ARBOLITOS

Apocinaceae:

Tabernaemontana amygdalifolia (carrizo)

Clusiaceae:

Rheedia chocoensis

Erythroxylaceae:

Erythroxylon cuatrecasasii

Euphorbiaceae:

Tetrorchidium ochroleucum
Phyllanthus valleanus (chirrinchao de monte)
Sapium utile (cauchillo)
Phyllanthus brasiliensis (chirrinchao)

Flacourtiaceae:

Ryania chocoensis
Casearia sylvestris

Hypericaceae:

Marila laxiflora
Vismia cuatrecasasii

Lecytidaceae:

Eschweilera oligosperma
Eschweilera sclerophylla
Grias colombiana

Leguminosae:

Macrolobium schenocalyx (dola-marimba)
Muelleria frutescens (barbasco de fruto)
Inga punctata (guabo)

Melastomataceae:

Miconia reducens (cascajero)
Miconia punctata (mora)
Ossaea bracteata (mora)
Ossaea spicata (mora)
Conostegia multiflora

Moraceae:

Cecropia virgusa (virgusa)

Myristicaceae:

Iryanthera ulei (cuángare)

Myrsinaceae:

Cybianthus venezuelanus
Conomorpha scrobiculata

Ochnaceae:

Ouratea rubrocyanea

Olacaceae:

Heisteria fatoensis

Rosaceae:

Licania veneralensis
Licania chocoensis

Rubiaceae:

Psychotria cincta
Psychotria cooperi
Cephaelis crassifolia
Pentagonia sp.
Hippotis albiflora
Posoqueria latifolia (cachimba)
Genipa americana (jagua)
Coussarea venosa
Isertia pittieri (jaboncillo)

Sterculiaceae:

Herrania pulcherrima var. *pacifica*

ARBUSTOS

Acanthaceae:

Aphelandra hartwegiana

Clusiaceae:

Clusia leptandra

Lythraceae:

Cuphea tetrapetala

Melstomataceae:

Miconia minutiflora (mora)
Miconia lepidota (mora)
Ossaea grandifolia (mora)
Ossaea rufibarbis
Tococa acuminata
Blakea hydraeformis
Conostegia polyandra

Myrsinaceae:

Weigeltia purpurea

Piperaceae:

Piper argentamentum (cordoncillo)

Rubiaceae:

Cephaelis tomentosa
Psychotria rufescens
Gonzalagunia sessilifolia
Amphidasya ambigua

Verbenaceae:

Cytarexylum poeppigii
Cornutia odorata

PALMAS

Catostigma radiatum (cumbí)
Euterpe spp. (naidí)
Guilielma gassipaes (chontadurillo)
Iriartea ventricosa (pambil)
Manicaria saccifera (jícara)
Mauritiella pacifica (iraca)
Socratea spp. (zancona)
Wettinia quinaria (gualte)

BEJUCOS

Apocynaceae:

Allamanda cathartica (lecho)

Bignoniaceae:

Schlegelia darienensis (tomé de orilla)
Anemopaegma chrysantum (cangrejo)
Paragonia pyramidata
Clytostoma binatum (cangrejo)

Clusiaceae:

Quapoya peruviana v. *occidentalis*

Dilleniaceae:

Davilla aspera

Hippocrateaceae:

Cheiloclinium
Hippocratea volubilis
Salacia cuspidata

Leguminosae:

Schnella excisa (amarradiablo)
Schnella splendens (cadenilla)
Dioclea virgata
Dioclea violacea (mandiba)
Dalbergia brownei

Malpighiaceae:

Heteropteris multiflora (lecho macho)
Hiraea brachyptera
Stigmaphyllon ellipticum

Marcgraviaceae:

Marcgravia spp.

Melastomataceae:

Ptilanthus scandens (mora)
Topobea killipii
Blakea hydraeformis
Blakea stellaris

Passifloraceae:

Passiflora tiliaefolia
Passiflora auriculata

Piperaceae:

Piper trigonum (cordoncillo)
Piper ottoniaefolium

Rubiaceae:

Schradera
Sabicea colombiana (calambombo)

Sapindaceae:

Paullinia alata (canaleao)
Paullinia stipitata (canaleao)

Smilaceae:

Smilax sp. (zarza, china)

Verbenaceae:

Aegiphila laevis

EPIFITAS LEÑOSAS

Araliaceae:

Schefflera yurumanguinis
Schefflera multiflora

Aquifoliaceae:

Ilex yurumanguinis

Clusiaceae:

Pilosperma quadratum
Clusia veneralensis
Clusia fructiangusta
Clusia formosa (matapalo)
Clusia triflora (matapalo)
Clusiella albiflora

Moraceae:

Ficus peroblonga

Rubiaceae:

Schradera sp.

Vacciniaceae:

Psammisia occidentalis
Cavendishia urophylla (chipirera)
Cavendishia violacea
Macleania pentaptera
Anthopterus wardii

EPIFITAS HERBACEAS

Araceae:

Anthurium spp.

Bromeliaceae:

Aechmea germinyana
Aechmea dactylina
Guzmania sanguinea
Guzmania musaica
Guzmania guatemalensis (chupaya)
Guzmania calamifolia

Cactaceae:

Epiphyllum trimetrale (rabo de caimán)

Orchidaceae:

Maxillaria rufescens
Epidendrum nocturnum
Oncidium pusillum

Piperaceae:

Peperomia paniculata
Peperomia panamensis

PARASITAS

Loranthaceae:

Oryctanthus spicatus

HELECHOS

Cyathea cuspidata (3 met.)
Hemitelia decorata (1-3 met.)
Alsophila phalaenolepis
Dryopteris guianensis
Dryopteris pseudocampta
Lindsaea lancea
Tectaria acutiloba

HELECHOS ARBORICOLAS

Trichomanes ankersii
Lindsaea lancea
Polypodium ciliatum
Lycopodium linifolium

HIERBAS

Rapatea paludosa
Mapania silvatica
Renealmia pilosa (sanjuanito)
Begonia semiovata
Jussiea suffruticosa
Spathiphyllum friedrichsthalii
Justicia comata
Sauvagesia erecta

SELVA DEL VAUPES (MITU-CARURU)

ARBOLES

Anonaceae:

Anona Ambotay
Duguetia cauliflora
Guatteria spp.

Apocynaceae:

Ambelania marcgraviana
Couma macrocarpa (juansoco)
Malouetia furfuracea
Malouetia tamaquarina

Bombacaceae:

Pachira obtusa
Bombax sp.

Burseraceae:

Crepidospermum goudotianum
Dacryodes sp.
Hemicrepidospermum rhoifolium
Paraprotium amazonicum
Protium calanense
Protium pauciflorum
Protium divaricatum
Protium crassipetalum
Trattinickia burserifolia

Caryocariaceae:

Caryocar glabrum

Clusiaceae:

Calophyllum brassiliense
Clusia microstemon
Clusia renggerioides
Clusia columnaris
Tovomita spruceana

Combretaceae:

Buchenavia vaupesana

Euphorbiaceae:

Alchornea triplinervia
Hevea brasiliensis (siringa)
Mabea costata
Mabea nitida

Flacourtiaceae:

Homalium mituense

Humiriaceae:

Sacoglottis retusa

Hypericaceae:

Vismia angusta

Lauraceae:

Nectandra spp.

Lecythiaceae:

Eschweilera lancifolia
Eschweilera inaequisepala

Leguminosae:

Machaerium vaupesanum
Macrolobium multijugum
Macrolobium acaciaefolium
Macrosamanea macrophylla
Macrosamanea spruceana
Cowellocasia lucens
Campsiandra comosa
Heterostemon mimosoides
Inga plumifera
Inga ruizana
Inga acuminata
Inga strigilosa
Brownea bijuga
Bauhinia bicuspidata
Sweetia nitens
Swartia conferta
Swartia arborescens
Tachigalia cavipes
Taralea oppositifolia
Zygia densiflora

Malpighiaceae:

Burdachia prismatocarpa
Heteropteris laurifolia
Byrsonima japurensis

Meliaceae:

Trichilia caudata
Guarea trianae

Moraceae:

Pourouma cecropiaefolia
Pourouma cuatrecasasii
Pourouma apaporiensis
Pourouma garciana
Cecropia mituana
Cecropia discolor
Castilla ulei
Ficus vaupesana
Ficus mathewsii

Myristicaceae:

Virola cuspidata
Virola sebifera

Myrtaceae:

Calyptranthes multiflora

Ochnaceae:

Blastemanthus decistaminodens
Ouratea racemiformis

Olacaceae:

Heisteria maytenoides

Proteaceae:

Panopsis acuminata

Rosaceae:

Couepia myrtifolia
Hirtella elongata
Licania mollis
Licania microcarpa
Licania vaupesana
Licania pulchravenia

Rubiaceae:

Retiniphyllum breviflorum

Sapindaceae:

Matayba purgans
Matayba macrolepis

Simarubaceae:

Picramnia podantha

Violaceae:

Rinorea pubiflora

Vochysiaceae:

Qualea acuminata
Vochysia sp.

ARBOLITO

Anonaceae:

Anaxagorea dolichocarpa
Xylopia spp.

Apocynaceae:

Malouetia schomburgkii
Malouetia cuatrecasasii
Tabernaemontana rubro-striolata

Erythroxylaceae:
Erythroxylum cataractarum

Euphorbiaceae:
Mabea costata

Flacourtiaceae:
Lindackeria paludosa
Carpotroche linguifolia

Leguminosae:
Chamaefistula bacillaris
Abrus precatorius
Heterostemum conjugatum
Macrolobium floridum

Loganiaceae:
Potalia amara

Malpighiaceae:
Heteropteris moosii

Melastomataceae:
Miconia aplostachya
Miconia biglandulosa
Miconia eugenioides
Miconia platypoda
Miconia tetrasperma
Miconia amplexans
Bellucia grossularioides
Tococa guianensis
Henriettea granulata

Rubiaceae:
Rudgea sprucei
Duroia hirsuta
Duroia sprucei
Genipa americana
Warscewiczia coccinea
Remigia ulei
Faramea salicifolia
Ferdinandusa dissimiliflora
Rustia splendens

Sapindaceae:
Cupania scrobiculata
Matayba inelegans

Sterculiaceae:
Theobroma subincanum

Verbenaceae:
Amasonia arborea

Violaceae:
Rinorea riana

ARBUSTOS

Acanthaceae:
Aphelandra deppeana
Ruellia thyrsacanthoides

Compositae:
Calea yuruparina

Melastomataceae:
Miconia polypetala
Miconia kluggii
Miconia nervosa
Miconia compacta
Miconia minutiflora
Miconia scrobiculata
Clidemia novemnervia
Clidemia strigilosa
Clidemia umbonata
Aciotis paludosa
Aciotis purpurascens
Maieta guianensis
Maieta poeppigii
Leandra rufescens
Leandra longicoma
Leandra acuminata
Salpinga secunda
Myrmidome macrosperma
Heterotrichum octonum

Myrtaceae:
Myrcia bracteata

Piperaceae:
Piper obumbratum
Piper mituense
Piper crenatifolium
Piper poporense
Piper metanum

Rosaceae
Hirtella racemosa
Hirtella praealta

Rubiaceae:
Palicourea triphylla
Palicourea fastigiata
Psychotria loretensis
Psychotria patens
Psychotria brachyata
Psychotria racemosa
Psychotria cuspidata
Rudgea woronovii
Cephaelis barcellana
Cephaelis loretensis
Cephaelis setifera
Cephaelis trichocephala
Cephaelis rosea
Coussarea rudgeoides

Verbenaceae:
Amasonia spruceana
Amasonia lasiocaulon

PALMAS

Astrocaryum chambira
Astrocaryum acaule
Bactris spp.
Cuatrecasea spruceana
Euterpe precatoria (guasaí)
Iriartea ventricosa (cachuda barriguda)
Iriartea corneto (cachuda barriguda)
Iriartella setigera (pimpí)
Jessenia polycarpa (seje, patabá)
Maximiliana elegans (inaya, echiti)
Manicaria martiana (ubí)
Manicaria atrica (uachí)
Mauritia minor (mirití)
Mauritia aculeata (caranaí)
Oenocarpus bacaba (milpesillo)
Oenocarpus mapora (pusuí)
Oenocarpus minor (pusuí)

Socratea exorhiza (cachuda, zancona)
Socratea elegans (cachuda, zancona) Plancha II
Scheelea attaleoides (yagua)
Syagrus inajai (churrubai)
Parascheelea anchistropetala (curua, yapó)
Geonoma spp.
Chamaedorea spp.

BEJUCOS

Apocynaceae:

Odontadenia neglecta
Odontadenia funigera
Mandevilla subspicata
Prestonia

Araceae:

Montrichardia arborescens
Heteropsis spruceana (yaré)

Bignoniaceae:

Arrabidea japurensis
Distictella racemosa
Pithecoctenium granulosum
Phryganocydia corymbosa
Pleonotoma jasminifolium
Clytostoma binatum
Memora schomburgkii

Combretaceae:

Combretum laxum

Connaraceae:

Connarus sprucei
Connarus lambertii

Compositae:

Mikania psilostachya

Convolvulaceae:

Prevostea glabra
Maripa scandens

Cucurbitaceae:

Gurania vaupesana

Dioscoreaceae:

Dioscorea trifida

Hyppocrateaceae:

Salacia impressifolia
Hippocratea volubilis
Cuervea kappleriana
Tontelea clorantha

Leguminosae:

Schnella splendens
Clitoria javitensis
Dioclea virgata
Lonchocarpus spp.

Malpighiaceae:

Heteropteris moosii
Heteropteris beecheyana
Tetrapteris styloptera
Tetrapteris mucronata
Jubelina bracteosa .

Marcgraviaceae:

Marcgravia sprucei

Melastomataceae:

Graffenrieda patens

Menispermaceae:

Abuta grandifolia

Palmae:

Desmoncus tenerrimus (bejuco alcalde, yasitán)

Passifloraceae:

Passiflora nitida
Passiflora vitifolia
Passiflora spinosa
Passiflora glandulosa
Passiflora coccinea

Sapindaceae:

Paullinia vaupesana

Sterculiaceae:

Bytneria vaupensis

Violaceae:

Corynostylis volubilis

EPIFITAS LEÑOSAS

Vacciniaceae:

Psammisia guianensis
Satyria panurensis

EPIFITAS HERBACEAS

Araceae:

Philodendron nobile
Philodendron poeppigii

Bromeliaceae:

Aechmea tillandsioides
Aechmea mertensis
Aechmea contracta
Aechmea setigera
Aechmea nivea
Aechmea schultesiana
Billbergia rupestris
Guzmania vittata
Streptocalyx colombianus

Orchidaceae:

Agania cyanea
Catasetum barbatum
Epidendrum nocturnum
Ionopsis utricularioides
Maxillaria sp.
Rudolfiella bicornaria

Piperaceae:

Peperomia macrostachya

HELECHOS

Alsophila nigra (2-4 met.)
Dryopteris desvauxii
Dryopteris meniscoides
Lindsaea lancea
Pityrogramma calomelanos
Adiantum tomentosum
Adiantum latifolium

Saccoloma inaequale
Trichomanes pinnatum
Trichomanes elegans

HELECHOS ARBORICOLAS

Asplenium spruceanum
Nephrolepis rivularis
Polypodium triseriale

PARASITAS

Struthanthus syringifolius
Souroubea pachyphylla
Aiouea densiflora
Ptirusa sp.

HIERBAS

Phenakospermum guianense (terriago)
Heliconia acuminata
Heliconia cannoidea
Heliconia subulata
Calathea altissima
Calathea cyclophora
Calathea insignis
Ischnosiphon hirsutus
Monotagma laxum
Costus spicatus
Renealmia pilosa
Rapatea paludosa
Hypolepis hostilis

SAPROFITOS

Daedalea repanda (orejas de palo)
Daedalea elegans
Auricularia auricula-judae
Ganoderma sp.
Panus rudis
Polyporus sanguineus
Polyporus occidentalis
Trametes hydnoides
Stereum hydrophorum

SELVA DEL PUTUMAYO (PUERTO OSPINA)

ARBOLES

Anacardiaceae:
Tapirira myriantha

Anonaceae:
Anaxagorea mutica
Crematosperma cauliflorum
Duguetia spixiana
Rollinia edulis

Bignoniaceae:
Jacaranda copaia

Bombacaceae:
Matisia inaequilateralis

Borraginaceae:
Cordia alliodora
Cordia tetrandra

Clusiaceae:
Chrysochlamys ulei
Clusia sp.
Symphonia globulifera

Eleocarpaceae:
Sloanea fragrans

Euphorbiaceae:
Sapium aereum
Sapium poeppigii
Mabea atroviridis
Croton lechleri

Flacourtiaceae:
Lindackeria maynensis
Tetrathylacium macrophyllum

Hypericaceae:
Vismia confertiflora

Lecithydaceae:
Eschweilera juruensis
Grias foetidissima
Gustavia magna
Lecythis sp.

Leguminosae:
Calliandra carbonaria
Inga nobilis
Inga ruiziana
Inga marginata
Parkia multijuga
Peiranisia multijuga
Piptadenia pteroclada
Swartzia macrosema
Zygia cauliflora
Zygia longifollia

Melastomataceae:
Miconia aurea

Meliaceae:
Trichilia flava
Trichilia laxipaniculata

Moraceae:
Cecropia pacis
Cecropia hormigana
Cecropia congesta
Cecropia sciadophylla
Cecropia discolor
Cecropia putumayensis
Jacaratia digitata
Olmedia aspera
Trophis racemosa
Poulsenia armata
Coussapoa ovalifolia
Olmediopsis lanceolata
Perebea xanthocyma
Ficus glabrata
Ficus urbaniana

Myristicaceae:
Dialyanthera parvifolia (sangre de toro)
Virola peruviana

Ochnaceae:
Cespedesia spathulata

Olacaceae:

Heisteria cyanocarpa

Polygonaceae:

Coccoloba densifrons
Triplaris schomburgkiana

Rosaceae:

Licania bullatifolia (castaño)

Rubiaceae:

Calycophyllum spruceanum
Warszewiczia cordata

Sapindaceae:

Cupania cinerea
Allophylus divaricatus

Sapotaceae:

Pouteria juruna

Staphylleaceae:

Huertea putumayensis

Tiliaceae:

Apeiba tibourbou
Hasseltia floribunda

Verbenaceae:

Vitex cymosa

Violaceae:

Gleospermum sphaerocarpum
Rinorea falcata

ARBUSTOS

Acanthaceae:

Aphelandra villosa
Aphelandra impressa
Neea macrophylla
Sanchezia pennellii
Sanchezia speciosa
Sanchezia putumayensis

Actinidaceae:

Siparuna metensis
Siparuna mollicoma

Anonaceae:

Anona hypoglauca
Cymbopetalum brasiliense

Apocynaceae:

Tabernemontana palustris

Bignoniaceae:

Jacaranda rachidoptera

Bombacaceae:

Matisia putumayensis

Euphorbiaceae:

Croton pseudofragans

Flacourtiaceae:

Neosprucea sucumbiensis

Icacinaceae:

Citronella sucumbiensis

Lecythidaceae:

Grias foetidissima

Leguminosae:

Erythrina amazonica
Bauhinia tarapotensis

Lobeliaceae:

Centropogon granulosus

Melastomataceae:

Bellucia grossularioides
Clidemia hirta
Blackea bracteata
Miconia prasina
Miconia lamprophylla
Miconia nervosa
Miconia aurea
Miconia triplinervis
Maieta guianensis
Tococa micrantha
Ossaea robusta
Ossaea semijuga
Ossaea trichopoda

Myristicaceae:

Virola calophylla

Ochnaceae:

Ouratea nervulina

Piperaceae:

Piper putumayense
Piper ospinense
Piper florencianum
Piper calanyanum
Piper rotundistipulum
Piper cuniculorum
Piper bermejanum
Piper armatum
Piper futuri
Piper aduncum
Piper corpulentissimum

Rubiaceae:

Palicourea subspicata
Psychotria viridis
Psychotria brachyata
Psychotria macrophylla
Psychotria micayensis
Psychotria pallescens
Gonzalagunia bunchosioides
Warszewiczia coccinea

Sterculiaceae:

Herrania dugandii
Herrania cuatrecasana

Violaceae:

PALMAS

Jessenia polycarpa (milpeso)
Catostigma drudei
Astrocaryum chambira
Iriartea ventricosa (bombona)
Astrocaryum macrocalyx (chuchana)
Wettinia maynensis
Mauritia minor (canangucha)
Phytelephas

BEJUCOS

Apocynaceae:
Condylocarpon pubiflorum

Aristolochiaceae:
Aristolochia cordifolia

Begoniaceae:
Begonia rosmanniae

Bignoniaceae:
Roentgenia bracteomana
Paragonia pyramidata

Combretaceae:
Combretum assimile

Compositae:
Mikania psilostachya

Convolvulaceae:
Ipomoea tiliacea
Maripa sp.

Leguminosae:
Senegalia macbridei
Senegalia riparia
Dioclea violacea
Dioclea huberi
Schnella glabra
Schnella umbriana
Canavalia eurycarpa
Mucuna sp.

Malpighiaceae:
Stigmaphyllon kuhlmannii
Stigmaphyllon hypargyreum
Hiraea quapara
Tetrapteris calophylla

Melastomataceae:
Adelobotrys tessmannii
Blackea bracteata

Passifloraceae:
Passiflora vitifolia
Passiflora micropetala

Piperaceae:
Piper conejoense
Piper laevigatum

Rhamnaceae:
Gouania lupuloides
Gouania lassiocarpa

Sapindaceae:
Paullinia nobilis
Paullinia yoco

Vitaceae:
Cissus quadrialata

EPIFITAS LEÑOSAS

Clusiaceae:
Quapoya peruviana

Euphorbiaceae:
Sapium marmieri

Moraceae:
Ficus niceforoi
Ficus putumayonis
Ficus microclada

Solanaceae:
Juanulloa ferruginea

EPIFITAS HERBACEAS

Araceae:
Philodendron heterophyllon

Bromeliaceae:
Aechmea anomala
Aechmea schultesiana
Guzmania calamifolia

Orchidaceae:
Oncidium glossomystax
Scaphyglottis sp.

Parasitas:
Psithacanthus cuculifer
Struthanthus sp.

Piperaceae:
Peperomia serpens
Peperomia rotundifolia
Peperomia glabella
Peperomia putumayoensis
Peperomia puerto-ospinensis

HELECHOS

Alsophila lasiosora
Alsophila elongata
Adiantum pulverulentum
Dryopteris meniscoides
Dryopteris serrata
Tectaria incisa
Tectaria antioquiana
Pityrogramma calomelanos
Pteris propinqua
Polypodium repens
Saccoloma inaequale
Selaginella exaltata

HELECHOS ARBORICOLAS

Asplenium auritum
Bolbitis lindigii
Polypodium percussum
Polypodium dasypleuron
Polypodium fusco-punctatum
Polypodium ciliatum
Polypodium bifrons
Cochliostema odoratissimum
Lomariopsis japurensis

HIERBAS

Heliconia hirsuta (platanillo)
Heliconia episcopalis (platanillo)
Heliconia platystachys (platanillo)
Heliconia rostrata (platanillo)
Calathea roseopicta
Calathea standleyii

Calathea comosa
Calathea altissima
Costus argenteus
Costus villosissimus
Costus cylindricus
Ischnosiphon aruma
Ischnosiphon leucophaeus
Floscopa robusta
Dichorisandra villosula
Orthoclada laxa
Olyra latifolia
Ichnanthus pollens
Teliostachya lanceolata
Xiphidium coeruleum
Sauvagesia erecta
Besleria corallinoides
Besleria variabilis
Besleria ignea
Biophytum somnians
Geophila herbacea

SAPROFITAS

Polyporus sanguineus (oreja de palo)
Ganoderma mangifera

RESUMEN DE LA SELVA ANALIZADA

Considerando el total de los ejemplos de bosque analizados, lo que primero llama la atención es la gran cantidad de especies arbóreas, entre las cuales no existe ninguna que sea dominante. No solamente son numerosas las especies, sino que ellas pertenecen a numerosas familias y géneros. A pesar de ser incompletas las listas anteriores indican más de 40 familias y más de 110 géneros, aparte de un mínimum de 20 géneros de palmas. Pero los árboles que más abundan son los de las anonáceas (cargaderos), miristicáceas (cuángares, sebos, sebillos...) cuyas maderas bastas son de gran consumo, leguminosas (guabos, dormilón, bagatá, suela...), lauráceas (laureles, jíguas...), euforbiáceas (siringa, región oriental), burseráceas (animes, caraños), moráceas (caucho negro, uvos, higuerones, árbol vaca o sande, guarumos o yarumos) y bombacáceas que incluyen los árboles más corpulentos de la selva (carrá, lana, ceibos). Esparcidos en ella o formando grupos locales más o menos extensos dan carácter las palmas, algunas altísimas y sobrias, como las cachudas, el seje, milpeso, las zanconas, el pambil, la amarga, las espinosísimas corombolo y guérregue, las acaules de grandes hojas como la yagua y de grandes frutos como el táparo, las de tallos esbeltos y hojas pennadas finas, como los naidíes y guasaíes, y las de los escasos géneros de hoja palmada, como son el nolí, la iraca o girasol, el caranaí y el miritĺ o moriche. Este último constituye formaciones densas en el interior de las grandes selvas siguiendo cursos inundables. Otro elemento llamativo lo forman los caulirrosuletos semejando palmitas de la *zamia* (chigua).

En el sotobosque se manifiesta la abundancia de arbolitos y de arbustos también correspondientes a muchas familias y géneros en gran parte de las mismas del estrato arbóreo, predominan, no obstante, inumerables especies de las rubiáceas y melatomatáceas (moras) así como palmitas. También se muestra la gran importancia de las lianas en las numerosas familias representadas; abren las flores sobre la copa de los árboles, teniéndolas algunas muy coloreadas y vistosas, como es general en bignoniáceas, convolvuláceas y pasifloráceas. Algunas son corpulentos bejucos de gran diámetro como el rayo (menispermácea) y otras de las hipocrateáceas, malpighiáceas, leguminosas, dileniáceas, bignoniáceas y sapindáceas.

De entre las abundantes epífitas leñosas algunas se distinguen por sus vistosas flores como son las vacciniáceas y ciertas melastomatáceas, otras por la gran robustez del tallo y por las hojas gruesamente coriáceas o crasas como ocurre en las clusiáceas y moráceas, que pueden llegar a ser árboles asentados encima de otros, y las de hojas partidas o compuestas como las araliáceas. El curioso cuadro de la gran población epífita se completa con los grandes rosetones de las bromeliáceas que con el agua acumulada entre sus hojas forman acuarios naturales, mantendores de larvas de insectos y hasta de batracios, además exhiben con frecuencia flores coloreadas, y algunas orquídeas, aunque más bien escasas, sellan la variedad floral de la gran selva; permítaseme mencionar la *Aganisia cyanea,* de hermosas flores azul celestes, que descubrí como nueva para Colombia en el Vaupés en 1939. Numerosas especies herbáceas, especialmente de piperáceas, gesneriáceas y begoniáceas, algunas con lindas flores, así como muchos helechos se encaraman en los árboles acompañando las otras epífitas.

En cuanto a plantas herbáceas, las hay esparcidas en el sotobosque, perteneciendo a muy diversas familias, citándose como más frecuentes gesneriáceas, piperáceas, ciperáceas, bromeliáceas, aráceas y escitamíneas. Llaman especialmente la atención las de grandes hojas, que pueden alcanzar varios metros de longitud, como ocurre con los bijaos, platanillos, hoja blanca, etc. (*Calathaea, Heliconia,* etc.). Especialmente digno de mención es el *terriago* (*Phenakospermum guianense* Endl.), seguramente la hierba de mayores dimensiones del continente americano pues con frecuencia con sus largas hojas plataniformes sobrepasa los 10 metros de altura; esta musácea muy afin de la palma del viajero de Madagascar, destaca sus robustas y erguidas inflorescencias de tonos pálidos y exhibe sus semillas a modo de borlitas carmesí. También las aráceas dan tono a la selva especialmente en estaciones más húmedas o inundadas y lo mismo se puede decir de gramíneas y de ciperáceas gigantes como son las "cortaderas" de hoja larga y bordes aserrados (*Scleria melaleuca, Diplasia karakaefolia, Caliptrocarya intermedia*).

Es interesante señalar también una colonia saprofítica de hongos de varias familias que se desarrolla sobre troncos en descomposición. Casi nunca faltan en ella el rojo *Polyporus sanguineus,* el pálido *P. occidentalis, Daedalea repanda* y especies de *Ganoderma.* Son las que se suelen llamar "orejas de palo".

Formando parte de la propia selva, como sección de la misma en las costas marítimas, representando la transición del manglar (halófilo) a la selva de tierra firme (halófoba), se encuentra una asociación especial que se describe someramente a continuación.

EL NATAL

Una de las muchas variantes de la selva inferior es una de las sinecias de las partes bajas inundadas por el diario flujo y reflujo de agua de río empujada por la

marea en la costa occidental. Esta comunidad se halla detrás del manglar, viene a ser una sinecia de transición que se posesiona del terreno al elevarse y retirarse los mangles constituyendo la primera fase en la serie que terminará con la selva firme. La especie más destacada es el "nato" *Mora oleifera,* una leguminosa de enorme corpulencia (40-45 m. alt.) provista de robustos estribos basilares, que se destaca por su capacidad de poblar las zonas de alguna inundación resistiendo incluso cierto grado de salinidad, pues puede hallársele también en puntos avanzados del manglar. Esta comunidad, reconocida vulgarmente por *natal,* tiene la siguiente composición anotada en tres sectores de la costa del Pacífico según sigue:

Moretum oleiferae en Ají Chiquito (boca del Naya):

ARBOLES

Mora oleifera (nato)
Symphonia globulifera v. *macrocarpa* (machare)
Brossimum utile (sande)
Hirtella carbonaria (garrapato)
Pachira aquatica v. *occidentalis*
Iryanthera ulei
Fagara hygrophila (tachuelo)
Sterculia aerisperma (bacao arisco)

PALMAS

Euterpe cuatrecasana (naidí)
Mauritiella pacifica (iraca)
Zamia chigua (Cycadaceae) (chigua)

BEJUCOS

Paragonia pyramidata
Strychnos darienensis
Cosmibuena grandiflora
Aegiphila laevis
Allamanda cathartica
Prestonia portabellensis
Aristolochia sp.
Desmonchus sp.
Marcgravia sp.

EPIFITAS

Blakea podagrica
Guzmania musaica
Struthanthus orbicularis

HIERBA

Lindernia diffussa

El *Moraetum oleiferae* en la isla Noanamito (Naya):

ARBOLES

Mora oleifera
Symphonia globulifera v. *macrocarpa*
Pachyra aquatica v. *occidentalis* (sapotolongo)
Pterocarpus officinalis (suela)
Dussia lehmannii (bagatá)
Cespedesia repanda v. *lanceolata* (pacó)

PALMAS

Euterpe cuatrecasana (naidí)
Mauritiella pacifica (iraca)

En Brazo Ají, bajo río Naya:

ARBOLES

Mora oleifera
Tovomita rhizophoroides (manglillo)
Symphonia globulifera v. *macrocarpa*
Dialyanthera gracilipes (cuángare)
Pterocarpus officinalis (suela)
Apeiba aspera (peine de mono)
Ilex nayana
Xylopia polyantha
Brossimum utile

PALMAS

Euterpe rhodoxyla (naidí)
Manicaria saccata (jícara)
Mauritiella pacifica (iraca)

EPIFITAS

Clusia bracteosa
Schradera sp.

BEJUCOS

Connarus nervatus

Cerca de Buenaventura:

ARBOLES

Mora oleifera
Pterocarpus officinalis
Hirtella carbonaria
Pachira aquatica v. *occidentalis*
Symphonia globulifera v. *macrocarpa*
Clusia sp.
Tococca acuminata
Licania glauca
Miconia racemosa

PALMAS

Euterpe cuatrecasana
Mauritiella pacifica

FILICES

Acrostichum aureum (chigua macho)

EPIFITAS

Tuberostylis axillaris
Sphyrospermum ellipticum
Mikania sp.
Polypodium jubiforme
Guzmania glomerata
Guzmania musaica
Peperomia sp.

Con estas listas y otras coincidentes tomadas en otros lugares de la costa occidental, queda definida la comunidad *Moretum oleiferae.* En ella pueden encontrarse circunstancialmente varias de las especies de la selva inmediata, pero su característica es la constancia de ciertas especies de árboles y palmas ajustadas a un determinado biotipo. Estas especies tienen raíces estribos tabulares

(*Mora oleifera, Iryanthera ulei, Brossimum utile, Pachira aquatica, Dussia lehmannii, Pterocarpus officinalis*) o bien presentan fúlcreos (*Tovomita rhizophoroides, Dialyanthera gracilipes, Symphonia globulifera, Euterpe cuatrecasana, E. rhodoxyla, Mauritiella pacifica*). Algunas presentan, además, raíces en un todo iguales a las de ciertas plantas de manglar, p. ej. *Symphonia globulifera,* que desarrolla raíces terrífugas, es decir que emergen hasta 15 cm. del suelo en forma de codo levantado (al igual que en *Brugiera*). La palma *Euterpe cuatrecasana* y alguna otra especie del género desarrolla raíces terrífugas en forma de bujía, como los neumatóforos de *Avicennia.* En suelos inundados y lodosos, también *Mauritiella pacifica* produce raíces en bujía, siendo más delgadas que las de naidí. Parece que mis observaciones son las primeras que se han hecho sobre la existencia de raíces terrífugas en bujía (neumatóforos) en palmas. Las especies más características del *Moretum oleiferae* de la costa colombiana del Pacífico son: *Euterpe cuatrecasana, Symphonia globulifera v. macrocarpa, Pterocarpus officinalis, Mauritiella pacifica, Tovomita rhizophoroides* e *Hirtella carbonaria* Planchas III y IV.

B. LA SELVA SUBANDINA

La selva subandina se extiende desde 1000 a 2400 m. de altitud por las faldas de las cordilleras. La temperatura media va desde 23° a 16°. Las precipitaciones se calculan entre 4000 y 1000 mm. anuales, regularmente distribuídos. La fisionomía de estos bosques es semejante a la de la selva inferior pero contienen menor número de especies con raíces estribos, menor cantidad de lianas y de epífitas leñosas, tienen algunas especies arbóreas con hojas menores (microfilas) y menor cantidad de palmas grandes. En realidad la composición de estos bosques subandinos ha sido poco estudiada, creo que es la vegetación menos conocida de los países andinos y la causa puede residir en que corresponden a las vertientes más abruptas de las cordilleras, lo cual dificulta su exploración. Planchas VI y VII. Como ejemplo de la composición y estructura de una selva clímax subandina doy a continuación un análisis de una sinecia situada en la Cordillera Occidental a unos 1400 m. alt., en el lugar llamado La Laguna de la hoya del río Sanquininí. Aún siendo incompleta, pues falta la determinación de una buena parte de sus integrantes, los datos ofrecidos son bastante ilustrativos.

ARBOLES (15-30 met.)

Anonaceae:
Guatteria lehmannii

Apocynaceae:
Lachmella arborescens (popa)

Araliaceae:
Dendropanax macrocarpum

Brunelliaceae:
Brunellia comocladifolia

Burseraceae:
Dacryodes olivifera (anime)

Clusiaceae:
Chrysochlamys dependens (rapabarbo)
Tovomita lingulata (rapabarbo)

Eleocarpaceae:
Sloanea robusta

Euphorbiaceae:
Alchornea bogotensis
Croton mutisianus
Sapium sp.

Flacourtiaceae:
Casearia megacarpa

Hypericaceae:
Vismia mandur

Icacinaceae:
Calatola sanquininensis
Citronella silvatica (lato)

Lauraceae:
Nectandra spp. (jigua, laurel)

Lecythidaceae:
Eschweilera cincta (membrillo)

Leguminosae:
Calliandra carbonaria
Inga chardonii
Inga marginata
Inga popayanensis (churimo)

Melastomataceae:
Blakea calyptrata
Meriania pallida

Meliaceae:
Guarea rubrisepala
Ruagea trisperma (cartagüeño)
Cedrela subandina (cedro cebollo)
Trichilia goudotiana (chocho)

Moraceae:
Brossimum utile (sande)
Castilla sp. (caucho)
Clarisia colombiana (lechudo)
Cecropia plicata (yarumo)
Cecropia strigilosa (yarumo)
Coussapoa danielis
Ficus ciroana (higuerón)
Olmedia boyacana
Pourouma crassivenia

Myristicaceae:
Dialyanthera lehmannii
Virola macrocarpa (otobo)

Proteaceae:
Panopsis mucronata (yolombo)

Rubiaceae:
Cinchona calycina (roble rosado)
Faramea obtusifolia
Guettarda hirsuta

Sapindaceae:
Allophylus angustatus

Solanaceae:
Solanum sp. (tachuelo)

Sterculiaceae:
Theobroma cirmolinae (cacao de monte)

ARBOLITOS

Bombacaceae:

Hampea albipetala (balso blanco)
Matisia sulcata

Leguminosae:

Erythryna edulis (chachafruto de monte)

Melastomataceae:

Conostegia cuatrecasii (nigüito)
Ossaea micrantha

Myrsinaceae:

Conomorpha occigranatensis

Papaveraceae:

Bocconia pearcei

Rhizophoraceae:

Cassipourea floribunda

Rubiaceae:

Joosia umbellifera
Palicourea obesiflora
Anisomeris longiflora

Simaroubaceae:

Cedronia granatensis (cedrón)

PALMAS

Euterpe purpurea
Wettinicarpus cladospadyx

EPIFITAS LEÑOSAS

Araliaceae:

Schefflera sanquininensis

Clusiaceae:

Clusia venulosa
Clusia brachycarpa
Clusia coremandra

Vacciniaceae:

Cavendishia striata
Cavendishia splachnoides
Satyra grandiflora

BEJUCOS

Bignoniaceae:

Amphilophium glaziovii

Marcgraviaceae:

Marcgravia sp.

Menispermaceae:

Anomospermum occidentale

Passifloraceae:

Passiflora menispermifolia
Passiflora rubra
Passiflora tiliaefolia

Rhamnaceae:

Gouania polygama

Sapindaceae:

Paullinia faginea v. *pubescens*
Paullinia alata
Paullinia integra

Verbenaceae:

Aegiphila vallensis

EPIFITAS HERBACEAS

Begoniaceae:

Begonia cuatrecasana

Bromeliaceae:

Guzmania costaricensis
Pitcairnia brogniartiana
Tillandsia delicatula
Tillandsia adpressa v. *tonduziana*
Vriesia capituligera

HELECHOS

Cyathea divergens
Alsophila
Polypodium crassifolium
Lycopodium passerinoides
Lycopodium callitricaefolium

Alrededor de los 2000 m. alt. las selvas subandinas están predominantemente compuestas de árboles pertenecientes a los siguientes géneros: *Tara, Calliandra* (Leguminosae): *Miconia, Meriania, Tibouchina* (Melastomataceae); *Euplassa, Roupala, Panopsis* (Proteaceae); *Ladenbergia, Cinchona, Elaeagia, Holtonia* (Rubiaceae); *Banara* (Flacourtiaceae); *Lacistema* (Lacistemaceae); *Rapanea* (Myrsinaceae); *Befaria* (Ericaceae); *Alcornea* (Euphorbiaceae); *Lafoensia* (Lythraceae); *Cecropia, Ficus* (Moraceae); *Escallonia* (Escalloniaceae), *Billia* (Hippocastanaceae); *Heliocarpus* (Tiliaceae); *Clusia* (Clusiaceae); *Vismia* (Hypericaceae); *Freziera* (Theaceae); *Cordia* (Borraginaceae); *Weinmannia* (Cunoniaceae); *Nectandra* (Lauraceae); *Quercus* (Fagaceae); *Clethra* (Clethraceae); *Saurauia* (Actinidaceae); *Toxicodendron* (Rutaceae); *Brunellia* (Brunelliaceae); *Alsophila* (Filices).

Una mirada al bosque de Los Cárpatos, 1920-2100 m. alt. (Valle, Cordillera Occidental), indica los siguientes principales componentes:

ARBOLES

Araliaceae:

Dendropanax macrophyllum
Dendropanax glaberrimum

Bombacaceae:

Matisia bolivarii v. *occidentalis* (sapote de monte)

Brunelliaceae:

Brunellia occidentalis (riñón)

Celastraceae:

Perrottetia caliensis

Clusiaceae:

Clusia ovalis (mandul)

Compositae:

Vernonia brachystephana

Cunoniaceae:

Weinmannia balbisiana v. *calothyrsa* (encenillo)

Euphorbiaceae:

Hieronyma duquei (candelo)

Icacinaceae:

Calatola columbiana
Citronella colombiana

Leguminosae:

Inga coruscans

Melastomataceae:

Blakea calyptrata

Meliaceae:

Cedrela subandina (cedro)
Cedrela herrerae (cedro)
Ruagea tomentosa

Moraceae:

Cecropia telealba (yarumo blanco)

Myristicaceae:

Dialianthera lehmannii (otobo)

Proteaceae:

Euplassa duquei (yolombo blanco)
Panopsis rubra (yolombo colorado)

Rubiaceae:

Elaeagia utilis (azuceno)
Guettarda sabiceoides
Holtonia myriantha
Cinchona pubescens (quino)

Sabiaceae:

Meliosma glossophylla

Sapindaceae:

Allophilus excelsus

Simarubaceae:

Aeschrion medica (cuasia)

Staphylleaceae:

Huertea granadina (cedrillo)

Styracaceae:

Styrax vidaliana (estoraque)
Styrax pseudoargyrophyllus (estoraque)

Symplocaceae:

Symplocos pichindensis

Vochysiaceae:

Vochysia duquei

ARBOLITOS

Caprifoliaceae:

Viburnum cornifolium

Clusiaceae:

Chrysochlamys dependens (rapabarbo)

Passifloraceae:

Passiflora arborea

Verbenaceae:

Aegiphila farinosa

ARBUSTOS

Acanthaceae:

Pseuderanthemum cuatrecasasii

Melastomataceae:

Miconia asclepiadea
Miconia psychrophila (nigüito)

Polygalaceae:

Monnina arborescens

Theophrastaceae:

Clavija caliensis

PALMAS

Euterpe zephiria

BEJUCOS

Acanthaceae:

Mendoncia microchlamys

Compositae:

Clibadium sarmentosum
Liabum megacephalum

Hydrangeaceae:

Hidrangea peruviana

Passifloraceae:

Passiflora appoda

Rubiaceae:

Chiococca alba

Sapindaceae:

Paullinia fuscescens

Vitaceae:

Cissus rhombifolia

EPIFITAS LEÑOSAS

Araliaceae:

Schefflera elachystocephala

EPIFITAS HERBACEAS

Orchidaceae:

Epidendrum longipes

Piperaceae:

Peperomia enantiostachya
Peperomia josei

HELECHOS

Cyathea muriculata
Cyathea ochroleuca
Dennstaedtia cicutaria

En los límites altitudinales (2200-2500 m. alt.) el bosque subandino esta caracterizado por los siguientes géneros:

Weinmannia	*Cedrela*
Clusia	*Symplocos*
Tovomita	*Panopsis*
Laplacea	*Euplassa*
Drimys	*Roupala*
Brunellia	*Palicourea*
Rhamnus	*Miconia*
Ficus	*Topobea*
Hieronyma	*Myrica*
Maytenus	*Clethra*
Ilex	*Chrysochlamys*
Matisia	*Viburnum*
Dendropanax	*Befaria*
Oreopanax	*Juglans*
Guarea	

En este piso de vegetación se puede incluir el *Quercetum tolimense* descrito en mi trabajo "Observaciones Geobotánicas" pág. 45, cuadro 4.

C. LA SELVA ANDINA

Los bosques andinos empiezan a unos 2400 m. alt. formando una faja hasta los 3800 m. alt. La temperatura media de este piso va desde 15° a 6°C. Las precipitaciones se estiman en 900 a 1000 mm. anuales si bien se carece de medidas en los lugares más altos. Nubosidad y nieblas frecuentes contribuyen a una constante humedad.

En la selva andina a medida que nos elevamos en altitud observamos que los árboles van siendo menores, con hojas más pequeñas, predominando las microfilas y en el límite altitudinal las nanofilas. El estrato epifítico en general es exuberante y conspicuo, gracias especialmente a las Bromeliáceas y Orquídeas que destacan por el colorido o bizarras formas de sus flores, a las Pteridofitas, musgos y hepaticas que a veces cubren materialmente la superficie de las ramas y troncos de los árboles y a los líquenes que ofrecen una variante nota de forma y color. Ya no se hallan los árboles epífitos de las Moráceas y Clusiáceas pero son abundantes los arbustos epífitos de flores coloreadas de las Vacciniaceas y los semiparásitos de las Lorantáceas que exhiben a menudo flores rojas o amarillas. También contribuyen a la flora epifítica con profusión dicotiledóneas herbáceas de las Begoniáceas, Gesneriáceas y Lobeliáceas con vistosas flores y las carnositas *Peperomia*.

Entre los árboles del bosque andino los géneros representados de mayor importancia son los siguientes:

Weinmannia (Cunoniaceae) (encenillos)
Brunellia (Brunelliaceae) (riñón, cedrillo)
Clusia (Clusiaceae) (cape)
Befaria (Ericaceae)
Ternstroemia (Theaceae)
Drimys (Magnoliaceae) (canelo)
Geissanthus, Rapanea (Myrsinaceae)
Daphnopsis (Thymeleaceae)
Miconia, Monochaetum, Tibouchina, Meriania (Melastomataceae) (sietecueros, mayo)
Oreopanax (Araliaceae)
Vallea (Eleocarpaceae) (raque)
Eugenia (Myrtaceae)
Gaiadendron (Loranthaceae)
Palicourea, Ladenbergia, Cinchona, Psychotria (Rubiaceae)
Tournefortia, Cordia (Borraginaceae)
Xylosma, Abatia (Flacourtiaceae)
Piper (Piperaceae) (cordoncillo)
Bocconia (Papaveraceae)
Escallonia (Escalloniaceae)
Berberis (Berberidaceae)
Symplocos (Symplocaceae)
Duranta (Verbenaceae)
Hesperomeles (noro), *Prunus, Polylepis* (colorado) (Rosaceae)
Clethra (Clethraceae)
Rhamnus (Rhamnaceae)
Alnus (Betulaceae) (aliso)
Ilex (Aquifoliaceae)
Nectandra, Ocotea (Lauraceae) (laurel, aguacate)
Vernonia sect. *Critoniopsis* (Compositae)
Budleia (Loganiaceae)
Podocarpus (Gymnospermae) (pino)
Ceroxylon (Palmae) (palma de cera)

En altitudes elevadas, que es donde la selva andina es más típica, los árboles dominantes o más notables de la formación son varias especies de *Weinmannia* (encenillos) con hojas o folíolos pequeños y brillantes, de *Ilex* con hojas pequeñas, rígidas y densas sobre las ramillas terminales, de *Escallonia* de ramificación aparasolada y hojas pequeñas, oscuras, de *Miconia* y de *Hesperomeles* principalmente *H. lanuginosa* (noro) provisto de gruesas hojas coriáceas y tomentosas. En ciertas regiones es *Polylepis* (colorado) uno de los árboles dominantes, caracterizado por la corteza externa del tronco rojizo y exfoliable y por las hojas de folíolos brillantes en la haz y tomentosos o seríceos en el envés. Las sinecias de este piso presentan abundantes especies, si bien el número de las arbóreas decrece con la altitud al mismo tiempo que se patentiza cierta dominancia de alguna especie o género (p. ej. *Weinmannia*) en el conjunto. Plantas características y extraordinarias de este piso son las palmas de cera (*Ceroxylon*) que yerguen altivas entre el bosque elevando sus esbeltos penachos por encima del ramaje; sus estipes lisos, céreos, de tono claro, son rectos y largos, alcanzando generalmente hasta 40 m. de altura, pero a veces mucho más. En ciertas regiones andinas son abundantes entre el monte. Cuando este se destruye a veces son respetadas las palmas que, siendo heliófilas, siguen prosperando y sellando con su marcada nota tropical la montaña andina. Plancha VIII.

Tengo muchos datos reunidos sobre la composición y distribución de los bosques andinos cuyos detalles se harán públicos una vez completado el estudio de las especies. En 1934 el autor publicó un esbozo de estudio de varias de estas comunidades correspondientes al *Weinmannietum tomentosae, W. tolimense, Cordietum lanatae* y *Hesperomeletum ferrugineae* (Observaciones págs. 48-75); se incluyeron formaciones subclimácicas y disclimácicas, como las del *Alchemillion* (pág. 88), acompañadas de cuadros estadísticos y de tablas analíticas de los biotipos (esquemas biotipológicos o "espectros" biotipológicos).

Las especies de árboles que se pueden dar como característicos de los bosques climácicos de mayor altitud son los siguientes considerando un ejemplo de la Cordillera Central. Este fue tomado junto al Páramo de Ba-

rragán entre 3500 y 3600 m. alt. e incluye árboles de 4 a 7 metros de altura que son los siguientes:

Miconia curvitheca (Melastomataceae)
Purpurella grossa (Melastomatae)
Diplostephium tolimense (Compositae)
Gynoxys lindenii (Compositae)
Gynoxys verrucosa (Compositae)
Gynoxys florulenta (Compositae)
Hesperomeles lanuginosa (Rosaceae)
Ilex uniflora v. *paramensis* (Aquifoliaceae)
Vallea stipularis (Eleocarpaceae)
Oreopanax discolor (Araliaceae)
Tournefortia fuliginosa (Borraginaceae)
Geissanthus quindiensis (Myrsinaceae)
Viburnum jamesonii (Caprifoliaceae)
Maytenus novogranatensis (Celastraceae)
Weinmannia tolimensis (Cunoniaceae)

En la Cordillera Oriental cerca al nevado del Cocuy, en el Alto del Escobal (3400-3600 m. alt.), el bosque que encontré a mayor altura estaba constituído por árboles de

Polylepis boyacensis (Rosaceae)
Weinmannia microphylla (Cunoniaceae)
Gynoxys subcinerea (Compositae)
Sessea elliptica (Solanaceae)
Hesperomeles lanuginosa (Rosaceae)
Escallonia sp. (Escalloniaceae)

Las asociaciones vegetales del límite altitudinal del bosque en su contacto con el piso contiguo de páramo son difíciles de clasificar, puesto que en ellas se encuentran especies de las integrantes del subpáramo, así como en este se entrometen las del bosque. Aquí se considera una localidad dentro del piso de selva andina cuando los árboles forman una masa continua de bosque de unos 10 m. de altura. Cuando la vegetación está fragmentada, viéndose árboles aislados y por lo tanto pequeños, o pequeños grupos de ellos localizados por condiciones edáficas, entre matorrales alternando con prados andinos estamos más bien en el piso altitudinal superior de transición que llamamos *subpáramo*. Una ilustración de la selva andina de altitud es la Lam. XVIII (Cuatr. Observ.) que representa la asociación *Hesperomeletum lanuginosae* (sinonimo de *H. ferrugi ue*).

Aunque a primera vista el límite altitudinal que he dado para el bosque andino de 3800 m., puede parecer exagerado, en realidad no lo es, pues hay evidencia de que el límite climácico del bosque ha sido aun más alto en el pasado. Por ejemplo, en la Sierra Nevada del Cocuy (Cordillera Oriental) en la vertiente del lado de San Paulino, se pueden observar reliquias de bosque macizo a 4000 m. alt., formados con dominancia de *Polylepis boyacensis* y presencia de *Escallonia, Rapanea, Weinmannia, Miconia, Gynoxys*. También observé menores grupos residuales de *Polylepis* en la misma sierra localizados a 4200 m. alt.

El límite inferior de la selva andina es irregular y más difícil de establecer. Tomo como ejemplo de composición la asociación hallada en una fuerte depresión de la Cordillera Oriental en el paso llamado Gabinete (Huila), a 2300-2450 m. alt. Esta asociación es típica del bosque andino siendo principales componentes del estrato arbóreo los siguientes:

Weinmannia penicillata (Cunoniaceae)
Weinmannia trianae
Weinmannia microcarpa
Weinmannia parviflora
Weinmannia balbisiana
Weinmannia caquetana
Weinmannia magnifolia
Brunellia rufa (Brunelliaceae)
Brunellia macrophylla
Tovomita umbellata (Clusiaceae)
Laplacea granatensis (Magnoliaceae)
Drimys granatensis (Magnoliaceae)
Rhamnus granulosa (Rhamnaceae)
Ficus huilensis (Moraceae)
Hieronyma macrocarpa (Euphorbiaceae)
Maytenus verticillata (Celastraceae)
Ilex gabinetensis (Aquifoliaceae)
Elaeagia karstenii (Rubiaceae)
Symplocos venulosa (Symplocaceae)
Oreopanax integrifolium (Araliaceae)
Hedyosmum translucidum (Chlorantaceae)

Este bosque se encuentra a una altitud inferior a la considerada ser la línea límite entre los pisos andino y subandino, por causa de circunstancias locales, pues ocupa el filo de la cordillera en una súbita depresión.

Es evidente que el bosque andino en otros tiempos estuvo mucho más extendido que en la actualidad sobre las faldas y altos de las cordilleras; el hombre ha destruído grandes extensiones de monte con objeto de dedicar la tierra al cultivo (maíz, papas, cereales...) o al pastoreo. Planchas XI, XII, XIII y XIV-2.

2. EL PARAMO

Páramos son las extensas regiones desarboladas que coronan las sumidades de las cordilleras por encima del bosque andino, desde 3800 m. alt. (localmente desde 3200 m.) hasta el nivel de la nieve permanente (4700 m. alt.). Son fríos y húmedos sufriendo cambios meteorológicos bruscos; están casi siempre cubiertos por la niebla, reciben frecuentes precipitaciones y son a menudo azotados por los vientos. Los fríos días neblinosos y lluviosos pueden alternar con otros despejados, soleados y cálidos, pero las noches son siempre frías, nevando frecuentemente a una altura superior a 4400 m. Pocos datos meteorológicos se disponen de esta región. Se indica la temperatura máxima de 12.7° y una mínima de —2° (2 grados bajo cero); registradas a 4400 m. alt.

El terreno está en su mayor parte saturado de agua y en muchos lugares aun pantanoso, asomándose en muchas partes las rocas. El suelo es negro, turboso, ácido, muy profundo, excepto en lugares altos, inclinados y rocosos donde la vegetación está enrarecida. Las plantas de los páramos están especialmente ajustadas a resistir el frío y la sequedad fisiológica. Esta está determinada por la reducción de la absorción que ocasionan la baja temperatura y la elevada presión osmótica del suelo, en contraste con una intensa transpiración en las horas soleadas. Así las plantas presentan estructura xeromórfica. Los páramos, excepto en el subpiso más alto, están densamente cubiertos de vegetación verde durante todo el año. La cobertura vegetal del páramo la forma principalmente un prado dominado por gramíneas, entremezcladas con arbustitos de hojas coriáceas y con plantas cespitosas, almohadilladas y arrosetadas. Entre estas últimas se encuentran las más llamativas y las más típicas plantas de los páramos grancolombianos. Nos referimos a los frailejones que constituyen rosetas de hojas generalmente de gran tamaño dispuestas en el extremo de

un tallo recto y erguido; las hojas suelen ser alargadas, gruesas, lanudas y blancas; el tallo está cubierto por una gruesa funda formada por las vainas secas de las hojas viejas; las flores son amarillas y delatan la familia de las Compuestas, pertenecen al género *Espeletia* concebido por Mutis. Algunos frailejones tienen tallos ramificados, pero otros, los auténticamente paramunos, son sencillos y enhiestos levantando a cierta altura (1-4 m. generalmente, pero alcanzan hasta 10 m.) el gran rosetón de hojas lanudas; en realidad constituyen un tipo biológico definido que conviene a la ecología del páramo, llamado *caulirrósula*. Las *Espeletia* son plantas sociales y la mayoría de los páramos colombianos están fisionómicamente dominados por formaciones, densas o espaciadas, a veces extensísimas, de *Espeletia;* son los frailejonales. Algunas espeletias son acaules en cuyo caso la formación es un acaulirrosuletum, cuando son caulescentes tenemos el caulirrosuletum.

Las gramíneas que caracterizan los prados de páramo forman densos haces de hojas rígidas e involutas (enrolladas) apretados entre sí, pertenecientes principalmente a los géneros *Calamagrostis* y *Festuca*. Ellas constituyen sin duda el porcentaje más alto de la cobertura vegetal de este piso.

Los arbustos de los páramos son generalmente pequeños y ramosos presentando hojas coriáceas, pequeñas (nanofilas o leptofilas) con bordes revueltos o aciculares, frecuentemente densas o imbricadas y cubiertas de pelo en el envés o en ambas caras.

Las hierbas o sufrútices de los páramos tienen frecuentemente las hojas basilares arrosetadas, o bien sus tallos ramosos, densamente intrincados, forman un denso césped a veces en forma de almohadilla o de alfombra. Muchos sufrútices o frutículos tienen las ramas reptantes e intrincadas medio enterradas o bien cubiertas con una masa de residuos vegetales que las oculta totalmente excepto las hojas y partes tiernas de la planta; este es también un tipo biológico típico del páramo que se puede llamar *cryptofrutex* o *cryptolignum*. Sus simorfias (o formaciones) son el *cryptolignetum* o *cryptofruticetum*.

El piso *Páramo* puede dividirse en tres subpisos:

A. EL SUBPARAMO

Este tipo de páramo es una región con abundante matorral que ocupa el cinturón, de anchura muy irregular, más bajo del páramo; no es más que la zona de transición entre el bosque andino y el páramo propiamente dicho; su vegetación es una mezcla de elementos de ambos. Está dominado por arbustos y salpicado por arbolitos procedentes del inmediato bosque andino. En su composición entra un gran número de especies fruticosas características que faltan o que son solo esporádicas en el bosque andino; ejemplos son especies de los géneros

Hypericum (Hypericaceae)
Aragoa (Scrophulariaceae)
Arcytophyllum (Rubiaceae)
Baccharis (Compositae)
Senecio (Compositae)
Diplostephium (Compositae)
Loricaria (Compositae)
Gynoxys (Compositae)
Stevia (Compositae)
Eupatorium (Compositae)
Ilex (Aquifoliaceae)
Miconia (Melastomataceae)
Brachyotum (Melastomataceae)
Purpurella (Melastomataceae)
Monochaetum (Melastomataceae)
Macleania (Vacciniaceae)
Cavendishia (Vacciniaceae)
Plutarchia (Vacciniaceae)
Vaccinium (Vacciniaceae)
Pernettya (Vacciniaceae)
Disterigma (Vacciniaceae)
Gaylussacia (Vacciniaceae)
Desfontainia (Desfontainiaceae)
Befaria (Ericaceae)
Gaultheria (Ericaceae)
Symplocos (Symplocaceae)
Rubus (Rosaceae)
Siphocampylus (Lobeliaceae)
Ternstroemia (Theaceae)
Berberis (Berberidaceae)
Monnina (Polygalaceae)
Rapanea (Myrsinaceae), etc.

Frecuentemente están representados por varias especies en el matorral que ofrece un aspecto poco uniforme y exhibe coloridas flores. Los árboles más frecuentes que aparecen esparcidos entre estos matorrales pertenecen a los géneros

Miconia (Melastomataceae)
Purpurella (Melastomataceae)
Senecio (Compositae)
Diplostephium (Compositae)
Gynoxys (Compositae)
Escallonia (Escalloniaceae)
Weinmannia (Cunoniaceae)
Polylepis (Rosaceae)
Hesperomeles (Rosaceae)
Befaria (Ericaceae)

En un trabajo anterior (Observaciones, págs. 133, 136) traté esta zona como un piso propio (3°) en el que incluía el complejo de asociación llamado *Vaccinion floribundi* (l. c. pág. 77).

B. PARAMO PROPIAMENTE DICHO

A esta sección corresponden las formaciones de prado de gramíneas fasciculadas (*Calamagrostis* y *Festuca*) y de caulirrosuletum (*Espeletia* spp.). Aparte de las gramíneas el páramo es rico en especies de otras formas biológicas.

La mayoría de los arbustos del subpáramo se encuentran esparcidos por entre el prado paramuno y algunos forman hasta pequeños matorrales en lugares en que las condiciones del terreno lo favorecen, p. ej. en puntos elevados o emergencias rocosas. Incluso arbolitos (de 2-1 metros) de ciertas especies se ven con frecuencia en el páramo propiamente dicho, cual ocurre con *Diplostephium revolutum* (romero), *Gynoxys paramuna, Senecio vaccinioides, Valeriana arborea, Miconia buxifolia, Polylepis boyacensis*. Con bastante frecuencia se pueden observar estos árboles aislados o formando pequeños grupos en los márgenes del prado paramuno y entre peñascos a una altitud considerable. El autor ha constatado grupos de arbolitos de 3-5 m. de *Gynoxys paramuna* a 4400 m. alt. y de *Polylepis boyacensis* a 4300 m. alt. en la Sierra Nevada del Cocuy.

Las especies de *Hypericum* con hojas menudas, densas o imbricadas o aciculares constituyen los más importantes frútices de los auténticos páramos, destacando sus brillantes flores amarillas. En ciertos lugares de humedad adecuada los *Hypericum* (o chites) son abundantes dominando el estrato ya solos ya en combinación con los frailejones, relegando el graminetum (o pajonal) a escasa participación. Una de las especies de chite más difundidas es *Hypericum laricifolium* que se encuentra en los páramos desde Venezuela hasta el Perú y en Colombia caracteriza asociaciones (p. ej. *Espeletietum hartwegianae hypericetosum* Observ. pág. 110).

Otros géneros muy representativos de los fruticetos de páramo son *Vaccinium, Gaultheria, Pernettya* y varios de Compuestas. La cantidad de arbustitos en el páramo disminuye con la altitud llegando un punto (unos 4500 m.) en que desaparecen completamente. De mi experiencia los arbustitos que suben a máxima altitud son los del género *Loricaria,* compuestas con las hojas dispuestas en forma semejante a las *Thuja* (véase Cuatr. 1954 págs. 150-152). Los arbustitos de páramo tienen hojas coriáceas rígidas y pequeñas, predominando las de tipo leptofilo y nanofilo, siendo escasas las microfilas.

Importantes plantas de los páramos son también numerosas fanerógamas de aspecto herbáceo, pero que son criptofrútices, de *Bomarea, Bartsia, Gentiana, Halenia, Geranium, Lupinus, Draba, Lucilia, Lysipomia, Erigeron, Aster, Senecio, Werneria, Castilleja, Ranunculus, Sisyrinchium,* las pteridófitas *Lycopodium* y *Jamesonia,* etc. etc. Las matas de *Lupinus alopecuroides* son espectaculares por sus inflorescencias lanosas, columnares, de 1 m. de altura. Las diminutas rosetas de *Plantago rigida* forman densas y duras almohadillas. *Distichia tolimensis* es una peculiarísima juncácea que forma alfombras compactas, muy duras, de un espesor de 15 a 20 cms. sobre suelos muy húmedos, anegados o en la misma superficie de pantanos formando una estera flotante sobre la cual se puede caminar sin peligro de romperse ni de hundirse. Estas alfombras de *Distichia* están formadas por las ramas dicótomas de la planta cubiertas de hojas dísticas y aplanadas lateralmente, todas dispuestas paralelamente y densísimamente apretadas unas con otras. Las ramas de *Distichia* crecen constantemente por el ápice y mueren en su base cayendo las partes muertas al fondo del pantano donde se desintegran y forman turba; presentan un proceso biológico igual a la de los *Sphagnum*. Otras plantas que forman almohadillas son especies de *Azorella* y de *Paepalanthus*. También los *Sphagnum* forman comunidades entremezcladas con las otras en los páramos, contribuyendo a sus turberas. La flora de los páramos es sumamente rica y hace falta mucho estudio para conocerla totalmente, no obstante existe ya bastante literatura sobre la misma y se puede decir que se sabe más de ella que de las selvas climácicas. Por ello no me extiendo más sobre este tema. Quiero indicar no obstante que es en el páramo en donde hallamos grupos procedentes de migraciones boreales o australes, como p. e. las especies de *Gentiana, Draba, Cerastium, Erigeron, Ranunculus, Plantago, Lupinus.* Pero esto no quita que, como se dijo, la flora básica de todos los Andes es de origen americano habiéndose diferenciado las estirpes de abajo hacia arriba. Incluso la típica caulirrósula de las *Espeletias* paramunas tiene sus ancestrales en las formas arbóreas ramosas que se hallan en el bosque andino. Planchas XIV-XXII.

C. EL SUPERPARAMO

Más arriba de 4500 m. alt. cesan absolutamente las *Espeletia* y empieza una estrecha zona que llega hasta el nivel de la nieve, en donde la vegetación es dispersa y disociada, en un suelo pobre sobre cascos, arenas y grava. Esta vegetación cuya flora es distinta de la del páramo propiamente dicho y cuya "sociabilidad" es también diversa, forma otro subpiso llamado "superpáramo"; corresponde a la "Tierra gélida" de Pittier (1. s. 22). Según mis observaciones el superpáramo está probablemente sometido a diarias nevadas nocturnas excepto en estaciones secas. Hace años describí este tipo de vegetación a base de una sinecia estudiada en el Tolima con el título de consocietas de *Culcitium*. (Cuatr. Observ.: 119, cuadro 26).

Las especies más características de esta comunidad son los de la sección *Culcitium* del género *Senecio,* cubiertos de densa capa de lana blanca, como el *Senecio canescens, S. cocuyanus* y *S. santanderensis*. Otras especies características son las plantas de arenal y cascajar como *Cerastium caespitosum, C. floccosum, Draba pachythyrsa, Senecio adglacialis, S. supremus, S. gelidus,* etc., así como las gramíneas *Agrostis nigritella, Poa orthophylla, P. trachyphylla* y *Bromus oliganthus* y la juncácea *Luzula racemosa.* Plancha XXIII.

En esta zona de superpáramo se encuentran muchos endemismos localizados y la razón es que se trata de un piso interrumpido constantemente desde un extremo al otro de los Andes; el superpáramo ocupa solo casquetes aislados unos de otros como islas. Esta flora es bien expresiva del concepto del Dr. Murillo sobre "Colombia archipiélago biológico".

En mi trabajo varias veces citado (Observaciones págs. 101) se hallarán detalles sobre la composición y estructura de algunas comunidades vegetales de páramo, así como tabulaciones relativas a la presencia y porcentaje de biotipos. Pero deseo insertar aquí las conclusiones que del análisis de mis datos pude sacar como definidoras de la vegetación paramuna. Estas se basan en el análisis de cinco asociaciones que en conjunto agrupé en un complejo de asociación llamado *Espeletion*. Sus características son las siguientes:

1.—Elevada expansión, sociabilidad y densidad del caulirrosuletum (*Espeletia* div. sp.).

2.—Elevada proporción de especies del criptofruticetum, casi el 50% de la vegetación total.

3.—Proporción pequeña del pereniherbetum, presente solo en formas cespitosas y pulvinadas.

4.—Perennigraminetum de tipo fasciculado y de hoja arrollada (xerofítico), con máxima expansión y densidad; de tipo fasciculado y hoja plana (tropófito) solo en una facies local muy reducida de altitud.

5.—Gran desarrollo numérico y social del muscinetum y liquenetum. Facies turbosas.

6.—Fruticetum relativamente rico en especies, pero solo con densidad manifiesta en un tipo. En los demás discontinuo y afisionómico, y presenta:

a) Predominio de formas leptófilas (superior al 50%), a las que siguen las nanófilas en gran proporción, con muy pocas micrófilas.

b) Exclusivismo de las formas esclerofilas, con proporción elevada de formas de hojas de bordes revueltos y densamente lanosas por una cara. Formas aciculifolias frecuentes y sociales (facies).

ESQUEMA BIOTIPOLOGICO DEL ESPELETION

CONCEPTOS SIMORFIALES	% EN LAS SINECIAS						Hojas	% DEL TOTAL DE LA SINECIA						% DEL FRUTICETUM					
	Medias	Cuadro 22	Cuadro 23	Cuadro 24	Cuadro 25	Cuadro 26		Medias	Cuadro 22	Cuadro 23	Cuadro 24	Cuadro 25	Cuadro 26	Cuadro 22	Cuadro 23	Cuadro 24	Cuadro 25	Cuadro 26	Medias
Caulirosuletum	3	1	5	3,5	5,5	"	leptofilas	25	31	37	26	28,5	4,5	44,5	67	80	60	100	70
Fruticetum	19	22,5	37	18,5	14	4,5	nanofilas	31	39	19,5	37	37	22,5	"	20	20	40	"	25
Sufruticetum	2	"	2,5	3,5	3	"	microfilas	13	11,5	27	3,5	17	4,5	11,5	13,5	"	"	"	5
Cryptofruticetum	43	46,5	34	22	65,5	45,5	mesofilas	6	2,5	5	"	5,5	18	"	"	"	"	"	"
Perenniherbetum	12	15	17	22	3	4,5	macrofilas	3	1	10	"	3	"	"	"	"	"	"	"
Annuiherbetum	0,2	1	"	"	"	"	coriáceas	28	30	44	22	34	9	100	100	100	100	100	100
Perennigraminetum	9	5	2,5	7,5	8,5	22,5	herbáceas	51	57,5	56	48	48,5	45,5	"	"	"	"	"	"
Acanthirosuletum	0,5	"	2,5	"	"	"	revolutas	10	12,5	14,5	11	5,5	4,5	44,5	40	60	40	100	57
Proteretum	11	9	"	22	"	"	tomentosas	43	46,5	49	29,5	45,5	45,5	50	"	40	40	100	54
Caespiti-pulvinetum	27	34	12	44	14,5	32	imbricadas	6	10	5	11	5,5	4,5	17	"	20	40	100	35,5
Rosuletum	24	17	27	3,5	31,5	41	aciculares	2	2,5	2,5	3,5	3	"	11,5	6,5	20	20	"	11,5
Acaulirosuletum	21	16	19,5	"	26	"	divididas	13	15	17	11	20	9	"	"	"	"	"	"
Fasciculetum	13	9	2,5	18,5	11,5	23	ramas pubescentes	46	51	49	29,5	48,5	50	67	46,5	40	40	100	58,5
Especies características	71	66	39	66,5	83	100													

7.—Proporción bastante elevada de formas de hojas o vainas empizarradas.

8.—Proporción elevada de formas arrosetadas.

9.—Proporción elevada de formas cespiti-pulvinadas.

10.—Anuiherbetum nulo o reducidísimo.

11.—Proporción elevada de especies características (exclusivas o electivas); casi su totalidad.

Los páramos están hoy día mucho más extendidos de lo que fueron en otro tiempo y alcanzan un nivel mucho más bajo del que les corresponde en la vegetación climácica. La destrucción de los bosques andinos, especialmente en sus límites altitudinales para proveer de pastos y formar campos de cultivo, depredación continuada por la acción del fuego, es la causa de que la vegetación paramuna se haya difundido a zonas más bajas desertizadas, originando subpáramos y páramos "secundarios".

3. LA SABANA

Las sabanas son llanuras cubiertas de una vegetación baja de gramíneas, arbustitos y a veces árboles esparcidos. Ocupan regiones bajas, cálidas, con estación seca más o menos larga, como ocurre en los llanos orientales al N. del río Guaviare y E. de la Cordillera, en la costa atlántica al este del río Sinú, en parte del bajo Magdalena y en algunos enclaves del interior, p. ej. en Tolima y Huila.

En los Llanos orientales la sabana cubre miles de kilómetros cuadrados en Colombia y Venezuela. La mayor parte de estos Llanos está caracterizada por pajonales o pastos subxerófitos, con frútices abundantes, sin árboles o con ellos esparcidos; se pueden distinguir en ellos muchas asociaciones relacionadas generalmente a factores edáficos. Son especies típicas y características de las sabanas varios árboles de escasa altura, perennifolios, algunos de hoja muy gruesa, otros con corteza suberosa:

Bowdichia virgilioides (Leguminosae) (alcornoque)
Byrsonima crassifolia (Malpighiaceae) (chaparro-mantecón)
Curatella americana (Dilleniaceae) (chaparro)
Palicourea rigida (Rubiaceae) (chaparro bobo)
y el bototo, *Cochlospermum vitifolium* de grandes flores amarillas y hoja caediza en el verano.

Las gramíneas típicas y más frecuentemente dominantes en las asociaciones de las sabanas son

Andropogon bicornis
Eragrostis maypurensis
Andropogon leucostachyus
Andropogon cirrhatus
Axonopus chrysoblepharis
Paspalum millegrana, etc.
Paspalum pectinatum
Aristida capillacea
Panicum rudgei
Aristida tincta
Ctenium planifolium, etc.

Entre los arbustos y subarbustos más comunes se hallan principalmente Melastomatáceas, Leguminosas, Labiadas, Esterculiáceas, Malváceas, etc., como p. ej.

Hyptis brachyata
Hyptis dilatata
Sida glomerata
Waltheria glomerata
Pavonia speciosa
Grimaldia llanorum
Mimosa pudica
Clitoria rubiginosa
Miconia rufescens
Miconia macrothyrsa
Miconia acinodendron
Tibouchina bipenicillata

a las cuales acompañan muchas otras especies.

Como ejemplo indicamos que en Apiai, no lejos de Villavicencio, anotamos densas formaciones de *Andropogon bicornis,* entrelazadas con otras más o menos abiertas de *Tibouchina bipenicillata, Miconia rufescens* y *Grimaldia llanorum,* que forman consocies o asocies locales extensas. Presentes en la asociación variando el grado de densidad o de dispersión, se encontraron los siguientes frútices:

Mimosa indivisa
Borreria capitata
Hyptis dilatata
Waltheria glomerata
Miconia stenostachya
Miconia albicans
Miconia acinodendron
Miconia scorpioides
Miconia minutiflora
Miconia mollicula
Miconia ulei
Miconia amplexens
Clidemia neglecta
Clidemia tiliaefolia
Siparuna chiridota
Pavonia fruticosa
Bauhinia bicuspidata
Xylopia aromatica
Vismia angusta

y las siguientes gramíneas:

Eragrostis maypurensis
Panicum versicolor
Paspalum leucostachyus
Eriochloa distachia
Panicum rudgei
Paspalum conjugatum

Según el predominio de unas u otras especies varía la fisonomía local del paisaje, por lo que en ciertos lugares prevalecen formaciones arbustivas con gramíneas dispersas y en otros las gramíneas son densas con arbustos y hierbas esparcidas. Es frecuente encontrar densos pajonales de hasta 1 a 2 metros de altura como los que forman *Paspalum millegrana* y algunos *Andropogon.* También *Axonopus cirrhatus* da lugar a formaciones densas. Lo mismo ocurre con los arbustos o subarbustos predominando en matorrales sabaneros las antes mencionadas *Miconia rufescens, M. albicans, M. stenostachya, Sida glomerata, Hyptis brachyata, H. dilatata, H. colombiana.*

Como se ha dicho, el factor edáfico es muy importante, en función en parte de la permeabilidad del terreno la cual ocasiona una rápida desecación en época seca y un lavado del suelo en la época de las lluvias. Por esto en gran parte las sinecias están localmente determinadas por la topografía y calidad del suelo. En lugares bajos más o menos pantanosos o constantemente imbibidos en

época seca se halla una flora distinta de la de las sabanas elevadas y está constituída por elementos higrófilos como son:

Polygala higrophila
Fimbristylis complanata
Rynchospora kunthii
Blechnum serrulatum
Siphanthera alsinoides
Acisanthera limnobios
Naiadothrix myriophylloides
Caperonia angustifolia
Syngonanthus caulescens
Syngonanthus gracilis
Syngonanthus huberi
Eriocaulon humboldtii
Limnosipanea sp.
Coutoubea spicata
Chelonanthus uliginosus
Cipura paludosa
Cypella linearis
Utricularia hispida, etc.

En cambio en lugares altos bien drenados y despejados se desarrollan consocietas de gramíneas más bajas y densas o de ciperáceas arrosetadas como las tan típicas de *Oncostylis paradoxa* y *Bulbostylis lanata* (cabeza de negro), que encontramos extensamente en La Serranía.

Los Llanos de sabana están con frecuencia interrumpidos o cruzados por manchas alargadas de "mata de monte" llamadas también selvas de galería, las cuales siguen los cursos de los ríos y riachuelos o de las aguas freáticas en la época seca. La vegetación de estas "matas" es semejante en estructura a la de la selva higrófila ya tratada; depende de la extensión de la misma, la riqueza de su composición y el volumen de la masa arbórea. Es evidente que generalmente hay una intromisión en ella de elementos de sabana, así como hacia la sabana avanzan constantemente los constituyentes genuinos de estas "matas" (selva). La constante tendencia a expansionarse que demuestran las "matas" es una de las pruebas del origen antropógena de las formaciones de sabana, las cuales son mantenidas en virtud de los incendios periódicos y de la constante depredación por el pastoreo.

La naturaleza selvática de estas "matas" salta a la vista cuando encontramos en ellas las mismas especies de la selva amazónica indicando que no son más que una extensión de las mismas. Por ejemplo en pleno Llano hallamos *Palicourea condensata, Bauhinia tarapotensis, Siparuna guianensis, Guatteria metensis, Hirtella elongata, Palicourea punicea, Myrica sylvatica, Tococa guianensis, Jacaranda obtusifolia, Capironia decorticans, Pterocarpus ulei, Brownea vaupesana, Rourea glabra, Hieronyma laxiflora, Senegalia glomerata, Forsteronia benthamiana, Casearia javitensis, Duguetia odora, Couroupita peruviana, Chrysochlamys ulei, Allophylus amazonicus,* etc. así como el gigante de las hierbas, el terriago, *Phenakospermum guianense,* el cual acompaña las "matas" en estas islas remanentes de selva a través de los Llanos. Lo mismo ocurre con el moriche, la palma *Mauritia minor,* que es tan fiel a los cursos de agua en las abiertas sabanas como lo es en el interior de la selva del Vaupés; en ambos ambientes constituye formaciones lineales por causa hidro-edáfica. Si en los Llanos persiste el moriche aun donde todo el resto de la selva ha sido anulada, es por su resistencia al fuego; por esta razón destacan con frecuencia morichales aislados en medio de amplia sabana limpia de matorrales. La existencia en la región de los Llanos de una época seca no es causa exclusiva del tipo de vegetación de sabana. La sequía periódica facilita la acción aniquiladora de las quemas, las cuales se repiten anualmente. Donde el período seco sea corto y la precipitación anual exceda de 1200 mm. se hace difícil sostener la sabana. Planchas XXIV y XXV.

La vegetación de la sabana que es típica en los Llanos orientales también se encuentra en el interior del país en partes bajas de las grandes hoyas (Magdalena, Cauca, Zulia...) en donde forman enclaves subseriales. Con frecuencia estas sabanas están más afectadas por el hombre dada la vecindad de los cultivos y un más intenso pastoreo. Pero la sabana está siempre tipificada por un grupo de elementos. Como ejemplo cito el siguiente tomado bastante arriba del Magdalena, en los llanos más al sur de Neiva, con las siguientes especies esparcidas:

Bursera tomentosa
Byrsonima crassifolia
Curatella americana
Rondeletia pubescens..
Malpighia glabra
Randia aculeata
Rapanea guyanensis
Casearia nitida
Neltuma juliflora
Machaonia acuminata
Croton glabellus
Muntingia calabura
Calliandra tolimensis
Clusia parvicapsula
Ficus elliptica
Ficus prinoides
Guazuma ulmifolia, etc.

Aquí se nota la existencia de elementos extraños a las sabanas típicas procedentes del bosque climácico cercano o de las comunidades xerófilas de las lomas áridas contiguas. En realidad aún está por hacer el estudio de las diversas asociaciones de sabana y de sus relaciones con la selva y con las sinecias de los desertizados áridos, que se mencionan en el capítulo siguiente.

LA SABANA CASMOFITA

Un tipo especial de vegetación que se menciona como de "sabana" es la que se halla en lo alto de los cerros y mesetas, aisladas entre las selvas de las Guayanas, como son los cerros Roraima, Duida, Kaietur, Tafelberg, Auyan-tepuí, Ptari-tepuí, Chimanta-tepuí, Sipapo, etc. los cuales en recientes años han sido motivo de activas exploraciones que han proporcionado muchos descubrimientos. Estos cerros, formados o cubiertos por rocas de arenisca, se consideran las reliquias de un escudo de rocas cristalinas que se extendía continuo en el cretáceo descansando sobre granitos paleozoicos. La naturaleza química de estos cerros y su estructura física, muy permeable, que hace que el agua se filtre y escurra en ellos rápidamente, constituye un factor ecológico que imprime carácter a su vegetación. La flora de estos cerros es un matorral de tipo xeromorfo, predominando arbustos y árboles pequeños con hojas coriáceas, plantas arrosetadas de hojas firmes, con frecuencia espinoso-dentadas, de las Bromeliáceas, matas del tipo de caulirrósula pertenecientes a las Compuestas-Mutisieas y a Rubiáceas y las bizarras *Vellozia.*

Este tipo de vegetación, que adquiere extensísimo desarrollo en los países vecinos tiene, aunque más pobremente, alguna representación en Colombia, en donde por vez primera en 1939 el autor exploró una estación de este tipo cerca de San José del Guaviare encontrando *Navia acaulis, Vellozia lithophila, Senefelderiopsis chiribiquitensis, Mandevilla nerioides, Acanthella conferta, Aneimia bumifolia, Syngonanthus humboldtii, Puya floccosa, Aranella fimbriata, Siphanthera capitata, Cassytha filiformis, Pitcairnia turbinella.* Quien después ha explorado y estudiado más esta flora ha sido R. Evans Schultes, que ha visitado varios de los cerros y mesas de difícil acceso situados a modo de islas en medio de la inmensa selva del Vaupés-Caquetá-Meta. Schultes ha llamado especialmente la atención sobre este tipo de vegetación semejante a la de los cerros de la Guayana, habiendo explorado entre otros puntos los cerros Campana, Chiribiquete, Monachi, Isibucuri, etc. También la Sierra Macarena comprende en parte este tipo de flora, así como ciertos puntos situados en las faldas que originan los raudales, p. ej. Yuruparí. Según Schultes son típicos de estas formaciones los arbolitos o arbustos de *Senefelderopsis chiribiquitensis,* la siringa enana *Hevea nitida* v. *toxicodendroides,* especies de *Clusia, Ternstroemia, Miconia pradoxa, Bombax coriaceum,* las bromeliáceas del género *Navia,* abundantes, varias orquídeas, *Poepalanthus,* etc. Todas ellas con su diversa estructura xeromorfa dan carácter a la flora de estos terrenos rocoso-arenosos, y muy especialmente se lo dan las *Vellozia* cuando presentes. Ojalá se active la exploración de los enclaves colombianos de esta flora.

4. FORMACIONES XEROFITICAS Y SUBXEROFITICAS

La costa del Caribe al N. de Colombia, desde el río Sinú hasta toda la península Goajira forma una zona en gran parte seca, resultado de la acción de los alisios. Aquí se deja sentir en la vegetación el efecto del clima del tercer tipo, caracterizado por un período muy seco que puede durar hasta seis meses, durante los cuales las lluvias son escasas y pueden ser hasta nulas. La precipitación varía localmente siendo mayor donde se levantan serranías capaces de detener los vientos; también varía según los años, pero siempre octubre y noviembre son los meses húmedos, los más lluviosos, y enero y febrero son absolutamente secos. La vegetación que se desarrolla de este modo es de tipo xerofítico: árboles pequeños y arbustos achaparrados, de hojas persistentes, coriáceas y rígidas con gruesa cutícula o que las pierden en verano (tropofitia), matas espinosas, plantas crasas, adquiriendo gran desarrollo, rosuletos de hojas rígidas y punzantes, sarmientos espinosos, y pequeños sufrútices y gramíneas que se secan en verano. *Cavanillesia platanifolia* (macondo), bombacácea de tronco bombacho, es forma biológica típica de este medio. Características de las formaciones son arbolitos espinosos de mimosáceas, más o menos densos o esparcidos, generalmente caducifolios, los perennifolios de las caparidáceas y teofrastáceas (*Jacquinia*) y los cardones, es decir las cactáceas columnares que pueden alcanzar gran tamaño y densidad. También árboles resinosos de las burseráceas, como el almácigo, la bija y la caraña y los guayacanes de las zigofiláceas son típicos de estas formaciones xerófitas. Según las condiciones de sequía local varía la concentración y distribución de especies en la formación, que puede ser bosque bastante denso con predominio de arbolitos, bosque claro o muy abierto, intrincado espinar o convertirse en completo erial. En ciertos lugares los cardones (*Lemaireocerus, Acanthocereus...*) son esparcidos o raros, en otros predominan formando bosque. En todo caso el aspecto del paisaje durante la época seca (verano) es de gran aridez. Esta vegetación ha sido descrita del departamento del Atlántico por Dugand (1938, 1944, 1947) quien ha dado además un cuadro analítico de la composición de una de las más importantes asociaciones de la región (1941). La comunidad estudiada por Dugand es de tipo tropofítico (es decir predominantemente caducifolia) y se trata de un complejo que denomina *Cappari-piptadenion,* en el cual la especie más abundante es el árbol espinoso caducifolio *Piptadenia flava;* va mezclado con otros numerosos árboles, de los que enumera 34 especies. Las especies más conspicuas son:

Piptadenia flava
Neltuma juliflora
Poponax tortuosa
Chloroleucon mangense
Coccoloba ramosissima

y las caparidaceas perennifolias

Capparis odoratissima
Capparis flexuosa
Capparis verrucosa
Stuebelia nemorosa

y la teofrastácea *Jacquinia aurantiaca.*

Además las suculentas:

Lemaireocereus griseus
Acanthocereus colombianus
Epiphyllum sp.
Pereskia colombiana
Pedilanthus tithymaloides
Dicliptera assurgens
Ruellia albicaulis
Tillandsia aloifolia
Phoradendron venezuelense,

el crassicauletum armado de *Bromelia pinguin,* muy difundido y que forma grandes gregies; las brevicaducifolias *Libidibia coriacea, Neltuma juliflora* y *Zizyphus angolito;* otro árbol de los mayores con grueso tronco espinoso, *Bombacopsis quinata* (ceiba) y la palma *Copernicia sanctamartae* que se establece en formaciones en terrenos anegadizos.

Ahora bien, los bosques de selva no están muy lejos de esta estrecha región, ellos asoman por las serranías del oeste o suroeste y por las faldas de la Sierra de Santa Marta; donde condiciones locales de irrigación, protección topográfica, etc., lo favorecen, la selva se adelanta y sus formas subhigrófilas hacen contacto con las comunidades subxerófitas, de tal modo que en los límites de la zona y en enclaves se pueden encontrar todas las transiciones entre el tipo desértico de vegetación, el espinar, el bosque tropófilo y el subhigrófilo.

Asociaciones subxerófitas y aun xerófitas y otras intermedias se hallan también en la región de Zulia y entre las Cordilleras donde las condiciones locales son semejantes, por ejemplo en la hoya del Chicamocha, en la del Dagua, en Río Sucio sobre Dabeiba, en el Magdalena, etc. Plancha XXVI.

Sorprendentemente, en el valle interior del Chicamocha, entre 1700 y 2200 m., en las abruptas y secas ver-

tientes y en la misma hondonada se halla una vegetación semejante constituída por los siguientes más visibles y típicos elementos:

Pithecelobium dulce
Poponax tortuosa
Fagara culantrillo
Cercidium praecox (yabo)
Neltuma juliflora (cují)
Ficus soatensis (uvo)
Thevetia peruviana
Dodonaea viscosa (ayuelo)

entremezcladas con las siguientes cactáceas, algunas formando candelabro de considerable altura:

Cephalocereus colombianus (canelón)
Cephalocereus smithianus (canelón)
Lemaireocereus griseus (canelón)
Melocactus amoens
Mamillaria columbiana
Opuntia tunicata
Opuntia elatior
Cactus caesius

generalmente hay una cobertura baja de pequeños frútices o sufrútices y gramíneas, siendo las especies más abundantes:

Croton meridensis y *Cordia curasavica* a las que siguen
Lantana rugulosa
Malvastrum spicatum
Evolvulus argyreus
Alternanthera pungens
Jatropha gossypifolia
Eragrostis tephrosanthos
Tricholena repens
Pappophorum pappiferum

Los arbolitos que dominan en algunas de estas secas lomas son los tropófilos *Cercidium praecox* (yabo) y *Neltuma juliflora* (cují) que con su copa aparasolada y de fino follaje dan notable carácter al paisaje.

En muchas lomas de estas regiones desertizadas, cuando el drenaje es grande o debido a causas que aun no se conocen, quizás quemas muy continuadas, solo prospera el pajonal. Así se forman las llamadas por algunos autores estepas, si bien este tipo de formación es bien distinto de las verdaderas estepas. Las gramíneas del género *Andropogon* son muy frecuentes en estas formaciones en haces, especialmente *A. condensatus.* También se presenta *Aristida,* habiendo observado extensas formaciones de *Aristida laxa* en lomas desertizadas de la hoya del río Bugalagrande a unos 2250 m. alt. En lugar más bajo y cálido (Ibagué) las hay muy altas y densas de *Hyparrhenium bracteatum* (Observ. p. 85) que se repiten frecuentemente. En cerros del Valle del Cauca (1000-1200 m. alt.), sometidos a constantes quemas, se hallan formaciones de *Andropogon condensatus* en haces, acompañadas de otras especies como *Sporobolus indicus, Paspalum paniculatum* y de dicotiledóneas, p. ej. *Croton ferrugineus, Hyptis colombiana, H. pectinata, Senecio semidentatus, Baccharis trinervis, Buchea prismatica,* etc.

5. LOS MANGLARES

Son asociaciones arbóreas o arbustivas perennifolias de carácter anfibio, halófilas que prosperan en las costas tropicales, ofreciendo generalmente un efecto espectacular. Las plantas de los manglares están estructuradas para resistir fuertes oleajes y para la vida en agua salobre pues están sometidas a las periódicas inundaciones provocadas por la marea. Es adecuada adaptación morfológica de las plantas de manglar un sistema de raíces aéreas formado por estribos, fúlcreos o zancos, cables (con geotropismo positivo) y raíces terrífugas (geotropismo negativo) en forma de codo o de bujía. Este complicado sistema radical fija las plantas al suelo que es de tipo flojo y lodoso, ayudando a su estabilidad y sirve también para absorber durante la bajamar el aire que no puede tomar del suelo inundado. El suelo de los manglares es limoso, carece de oxígeno y contiene gran concentración de substancias disueltas, lo cual dificulta la absorción por las raíces. Los manglares ocupan lugares de la costa generalmente junto a los estuarios de los ríos; las aguas cargadas de detritus y materia orgánica depositan sus acarreos entre el sistema radical del manglar; con ello el suelo se enriquece y se eleva progresivamente. Cuando el terreno alcanza el nivel de la pleamar, es ya firme y es invadido por una vegetación no halófila que sustituye el manglar por la selva tropical. Así el manglar avanzando hacia el mar y retirándose del interior va ganando nuevo terreno para la tierra firme.

En Colombia los manglares ocupan casi toda la costa del litoral Pacífico y la occidental del Atlántico en donde forman una faja, en lugares de gran anchura, atravesada por una compleja red de canales o esteros. Los manglares colombianos son de los más extensos del mundo, pues alcanzan completo estado de madurez, formando una densa selva de gran volumen y altura. El manglar corresponde al complejo de asociación llamado *Rhizophoretalia,* el cual en Colombia está integrado por comunidades de especies de *Rhizophora* (*Rhizophoraceae*), *Pelliceria* (Theaceae), *Avicennia* (Avicenniaceae), *Laguncularia* y *Conocarpus* (Combretaceae). En la costa atlántica es *Rhizophora mangle,* pero en la del Pacífico es *Rhizophora brevistyla* la especie que constituye la masa más importante e imponente del manglar. En la costa del Pacífico *Rhizophoretum brevistylae* cubre enormes extensiones ofreciendo el espectáculo de la gran selva; aquí alcanzan los tallos una altura de hasta 40 metros y de 1 metro de diámetro; además están sostenidos por un sistema de corpulentas raíces-estribos, arqueadas, que levantan la base del tallo a una altura de hasta 10 m. sobre el nivel del lodo. Plancha XXVII.

Recorriendo los esteros que cruzan el manglar y que comunican la desembocadura de un río con la de otro, se encuentran las diversas comunidades de manglar. Cada especie aparece en asociaciones exclusivas que se distribuyen de afuera hacia adentro según la solidez del terreno, la salinidad y la distancia que les separa del océano. Una de las sucesiones de comunidades más frecuentes es la siguiente:

1.—de *Rhizophora brevistyla* (mangle rojo), muy desarrolladas en el frente marino.

2.—de *Avicennia nitida* (iguanero), asociación de árboles de mediana altura, le sigue en terreno más elevado.

3.—de *Laguncularia racemosa* (comedero) arbustiva o arborea de menos altura; forma una tercera faja.

En ciertos lugares hay una aparente inversión de la sucesión, pues por haberse acumulado depósitos aluviales entre las raíces del manglar (*Rhizophora*), luego este ha sido invadido exteriormente por comedero o iguanero.

No lejos de formaciones de *Laguncularia* en playas limosas se encuentran formaciones herbáceas de *Sessuvium portulacaceum,* lo cual indica un estado avanzado en la consolidación del terreno. En el frente marítimo, está siempre en primer lugar, en rompeolas, el mangle rojo. *Pelliceria rhizophorae* (piñuelo) es un arbolito de forma de ciprés, de unos 10 a 15 m., se encuentra cerca de *Rhizophora* y en donde el terreno es duro, rocoso y no demasiado hondo. Los piñuelos pueden formar comunidades pero no se internan. *Rhizophora* y *Pelliceria* son sucedidas por *Avicennia* (iguanero) al internarnos y esta lo es por *Laguncularia* (comedero). En terreno aun más elevado se encuentra la asociación de *Conocarpus*. Para Colombia una de las plantas de mayor interés científico del manglar es el piñuelo, porque es un árbol de una familia muy diversa de las de los restantes mangles y constituye un género endémico con una sola especie. *Pelliceria rhizophorae* es exclusiva de la Costa del Pacífico.

Otras especies secundarias se hallan en el manglar y tienen interés, porque en realidad esta formación es pobre en especies. Dos de ellas son un arbolito *Ardisia granatensis* y un arbusto, *Pavonia rhizophorae,* que se encuentran asociados al comedero y al iguanero; son especies limitadas a estas formaciones de la Costa del Pacífico. Otras especies secundarias son la Rizoforácea *Cassipourea killipii,* la Melastomatácea *Conostegia polyantha* y la Rubiácea *Rustia occidentalis,* frecuentes en la zona de transición. Una nota ornamental del manglar es el gran helecho *Acrostichum aureum* (chigua macho), que es frecuente en los terrenos más elevados bajo *Rhizophora.* Además tienen interés ciertas epífitas que son algunas bromeliáceas y orquídeas y dos compuestas: *Tuberostylis rhizophorae* y *T. axillaris,* ambas de la importante lista de endemismos de esta formación.

6. FORMACIONES DE PLAYAS Y MARGENES

Las formaciones de playas representan las primeras fases de la vegetación sobre un suelo primario nuevo formado por recientes depósitos aluviales. Las plantas que primero aparecen sobre estos suelos son heliófilas de pocas exigencias y capaces de aprovechar la escasa cantidad de nutrimento de un suelo pobre. Las especies más generalmente representadas en estas formaciones de playa son gramíneas; suelen tener tallos rastreros y estolones que se extienden y enraizan fácilmente, contribuyendo con ello a fijar el terreno y prepararlo para la invasión de otras plantas. En las grandes playas y bancos aluviales de los ríos de los Llanos orientales se encuentran con frecuencia asociaciones pioneras de gramíneas monoespecíficas o dominadas por una sola especie. En el río Meta (p. ej. en Vuelta Mala) he observado largos tallos o cañitas estoloníferas extendidas sobre playas nuevas, formando malla que fija los arenales; con gran frecuencia estas son de *Hymenachne amplexicaulis* y de *Paspalum millegrana.* Estas especies forman luego grandes haces erguidos de pajonal. También se hallan en esta fase primaria de las playas otras gramíneas más esparcidas como son

Eriochloa punctata
Leptochloa virgata
Panicum elephantipes
Eragrostis acutiflora
Echinocloa crus-pavonis

la ciperacea *Cyperus ligularis* y los grandes haces o gregies de *Imperata contracta.* Esta es una de las de más efecto fisionómico en las playas nuevas y en vías de fijación, pero otra dominante de la primera fase es *Paspalum millegrana* que da lugar a grandes y densas formaciones. No obstante, a medida que la playa se afirma, gana terreno y se establece el pajonal de *Hymenachne amplexicaulis* (gramalote, cañizo) formando comunidad cerrada de cañitas de 1 a 2 metros de alto, a través de la cual es difícil abrirse paso y que puede extenderse en muchos kilómetros de superficie. Otra fase en la fijación que sucede a las anteriores y donde el suelo es menos pobre es la de la caña brava, *Gynerium sagittatum,* y también la de la compuesta *Tessaria integrifolia.* Esta última, llamada "sauce" constituye formaciones de arbustos o arbolitos uniformes de 2-4 m. altura en playas o bordes interiores de las playas firmes. Una vez asentadas estas comunidades se asocian progresivamente nuevas especies que van ganando terreno y mejorando el suelo, favoreciendo la entrada de una más compleja vegetación. Entre estas especies invasoras se pueden citar *Mimosa pigra* (mata de espino), *Sesbania exasperata, Funastrum clausum,* etc. Plancha XXVIII.

La caña brava desempeña un papel importante en la fijación de los terrenos primarios en una etapa siguiente a la del graminetum o pajonal inicial. Diversas dicotiledóneas, arbustos o árboles son también características de etapas priseriales y entre ellos se encuentran los guarumos o yarumos (*Cecropia*). Es evidente, que tanto en los bancos de los ríos orientales como en los del centro (Magdalena) y occidentales, los yarumos caracterizan formaciones marginales riparias, en las que esquematizando consideramos que constituyen una tercera etapa en la invasión de las playas por la vegetación. La primera etapa es la inicial, la de varias gramíneas fijadoras, ramosas o fasciculadas, una segunda etapa es la de caña brava o de ciertos arbustos o pequeños arbolitos ("sauce", "chíparos") o de grandes *Escitamineas* (*Calathea, Heliconia, Costus*: 'hoja blanca', bijao, platanillo, cañagria); a todo esto suceden las formaciones de *Cecropia.* Estas forman comunidades monoespecíficas uniformes que cubren extensos bancos formando fajas marginales de más o menos anchura a lo largo de los ríos, separando la playa de la selva. Plancha XXX. En el Meta, he observado tal sucesión, es decir de fuera adentro:

1.—pajonal de gramínea (p. ej. *Hymenachne amplexicaulis*).
2.—cañar de *Gynerium sagittatum.*
3.—guarumal de *Cecropia* sp.

También puede presentarse:

1.—pajonal.
2.—formación de *Tessaria.*
3.—formación de *Cecropia* sp.

En el río Sucumbíos (Putumayo) en la playa de Singüé anoté semejante sucesión:

1.—pajonal (*Paspalum virgatum* y *Oryza latifolia* y *Hymenachne amplexicaulis* y *Panicum zizanioides*).
2. cañar de *Gynerium sagittatum.*
3.—guarumal de *Cecropia pacis.*

También en el Putumayo el pajonal de orilla o de playa es con frecuencia una formación extensa de *Hymenachne amplexicaulis* o de *H. donacifolia.* La etapa segunda puede también consistir en formación de esci-

tamíneas, p. ej. *Calathea comosa,* etc. o bien puede ser un matorral formado por *Tessaria* o por leguminosas (p. ej. *Zygia, Inga, Mimosa...*). También se presenta el caso en que a la formación de caña brava suceden otras de matorral (*Tessaria,* leguminosas, etc.), resultando como una serie de cuatro etapas; de este tipo indiqué unas en el río Magdalena (Observ. 28-31), en las cuales, al cañar de *Gynerium sagittatum* sigue una formación de *Salix humboldtiana,* y a esta la de *Cecropia.* Esta serie completa (el ejemplo de la fig. 3, loc. cit. es un margen cortado en el que falta la playa baja) sería como sigue:

1.—graminetum con *Hymenachne.*

2.—cañar de *Gynerium.*

3.—arbusculetum de *Salix.*

4.—guarumal (*Cecropia* sp.).

En otra publicación anterior (Vistazo, 309-310, pl. 5 y 6) he resumido cómo tiene lugar la invasión de las playas nuevas del río Calima en la Costa del Pacífico. También allí es frecuente el pajonal de *Hymenachne amplexicaulis* presentándose con cierta importancia el de *Panicum grande.* Además, otras especies pueden ser las primeras dominantes de playas (p. ej. *Panicum laxum*) y también se señala con frecuencia una sucesión desde la orilla hacia el interior formada por: 1, graminetum p. ej. *Panicum laxum;* 2, *Gynerium sagittatum;* 3, *Cecropia.*

Cuando las orillas se inundan con frecuencia puede presentarse también una vegetación especial de gramíneas más higrófilas, p. ej. algunas del género *Ischaemum,* que constituyen densas formaciones de alto pajonal más o menos tiempo inundado en los márgenes de ríos.

A veces aparecen dicotelidóneas arbustivas como primera fase, de vegetación exclusiva en un terreno nuevo, lo cual se puede explicar por depósitos de limo que puede haber en el subsuelo. Un ejemplo de este caso es el de arbolitos de *Calliandra angustifolia* (chípero) en el Putumayo y Sucumbios; son arbolitos bajos achaparrados, de copa aplanada, que aparecen solitarios, esparcidos, en los islotes de cascajo y arena exentos de cualquier otro tipo de planta. Precisamente entre las Mimosáceas se encuentran especies que buscan las orillas de los ríos aún en tierra templada, p. ej. desde 0 a 1400 m. alt. he observado en tales estaciones *Calliandra pittieri, C. angustifolia, Albizzia carbonaria, Inga* spp., *Zygia* spp., etc.; también suben por los ríos *Tessaria integrifolia, Heliocarpus popayanensis* y con más tolerancia *Salix humboldtiana* que alcanza a más de 2600 m. alt. Igualmente forman grupos riparios las guaduas. Ya por el nivel del piso andino, además del sauce (*Salix humboldtiana*), se encuentran en formaciones de importancia *Alnus jorullensis* v. *ferruginea, Eugenia* sp., *Vallea stipularis, Myrica* spp., etc.

En las playas marítimas (Costa del Pacífico) las gramíneas reptantes fijadoras más importantes en formación son *Cenchrus pauciflorus* y *Homolepis aturensis,* siendo también reptantes típicas de estos arenales, *Phyla nodiflora, Pectis arenaria, Ipomoea pes-caprae, I. stolonifera, Canavalia maritima, Stenotaphrum secundatum.* Los primeros arbustos que se encuentran al fijarse la playa son *Mimosa pudica, M. pigra, Psidium guayabo, Ditremexa occidentalis, Hibiscus tiliaceus, Chrysobalanus icaco, Anona glabra.* Este último es un arbolito que abunda en ciertas zonas más al interior dando sabrosos frutos (guanabanillo). Planchas XXIX y XXX.

7. LOS PRADOS

Las áreas deforestadas de las montañas que en algunas regiones son extensas están frecuentemente cubiertas con prados. Esto ocurre cuando la precipitación es suficientemente uniforme y no hay un período anual bastante seco para favorecer las quemas continuadas. En este último caso se originan sabanas o lomas de aspecto estepario. Cuando la humedad es bastante sostenida, en tierra caliente se suelen desarrollar prados o praderas de gramíneas introducidas que se han propagado y difundido profusamente; estas son el yaraguá, *Melinis minutiflora* y el pasto micay, *Axonopus compressus* y *A. scoparius.* Estos pastos ocupan extensiones en clima cálido y templado cálido. También se han difundido en tierra caliente formando praderas, el pará (*Panicum purpurascens*) y el guineo o yerba guinea (*Panicum maximum*). Otros pastos abundantes en tierras deforestadas cálidas y húmedas son los de *Paspalum bijugatum, Panicum polygonatum, Paspalum decumbens, Panicum zizanioides* y *Panicum hylaeicum.*

Subsiguientes a la destrucción y quema de los bosques subandinos, se siembran o esparcen semillas de algunos pastos, y se difunden también espontáneamente procedentes de los campos vecinos, especies de *Paspalum, Axonopus, Panicum, Trifolium* y *Dactylis glomerata.* Cerca de Tacueyó en la Cordillera Central encontré una formación de prado constituída por las siguientes especies dominando la primera:

Paspalum macrophyllum
Digitaria sanguinalis
Kyllinga odorata
Setaria geniculata
Polypogon elongatus
Trisetum deyeuxioides
Cyperus niger
Bohmeria aspera
Manettia coccocypseloides
Cuphea racemosa
Pilea microphylla
Scutellaria trianea
Chaptalia nutans
Borreria laevis
Equisetum bogotense
Spilanthes americana
Trifolium repens
Oxalis martiana
Ranunculus vaginalis

En el Valle del Cauca, cerca de La Margarita, 2100-2200 m. alt., la composición de la pradera es como sigue:

Panicum olivaceum
Oplismenus burmannii
Holcus lanatus
Setaria geniculata
Calamagrostis viridiflavescens
Polypogon elongatus
Sporobolus poiretii
Pseudochinolaena polystachya
Zeugites mexicana
Salvia scutellarioides
Rumex obtusifolius v. *agrestis*
Trifolium repens
Jaegeria hirta
Spilanthes americana
Stemmatella urticifolia
Cyperus hermaphroditus

Bidens pilosa v. *minor*
Borreria ocymoides
Borreria laevis
Verbena litoralis
Erechtites valerianifolia
Castilleja arvensis
Cissus rhombifolia
Piper glanduliferum
Peperomia pennellii
Bomarea patinoi

En cuanto a los prados que se forman en las montañas del piso andino por supresión del monte, sirve de ejemplo el siguiente, anotado en la loma de Barragán, Cordillera Central, en extensa formación prácticamente uniforme entre 2660 y 2800 m. alt. Son dominantes las cinco primeras especies (asocies), las restantes abundan, aunque más esparcidas:

Aegopogon cenchroides
Panicum bulbosum
Sporobolus poiretii
Axonopus compressus
Dactylis glomerata
Trifolium repens
Amarantus quitensis
Stemmatella sodiroi
Stemmatella urticifolia
Alonsoa meridionalis
Trifolium dubium
Salvia palaefolia
Castilleja arvensis
Spilanthes americana
Juncus andreanus
Juncus tenuis
Jaegeria hirta
Poa annua
Desmodium mollicolum
Desmodium affinis
Verbena litoralis
Avena sativa
Setaria geniculata
Rebulnium hypocarpium
Bidens pilosa v. *radiata*
Trisetum deyeuxioides
Medicago hispida
Bromus quitensis
Asplenium monanthes
Galium obovatum
Galium fraseri
Veronica humifusa
Juncus capillaceus
Vasquezia anemonifolia
Triodanis perfoliata
Phytolacca bogotensis
Bidens rubifolia
Trifolium procumbens
Lachemilla andina
Lobelia rupestris
Carex albolutescens
Satureja brownei
Stipa mucronata
Alternanthera paniculata

En estaciones muy locales más húmedas se concentran:

Hydrocotyle sp.
Spilanthes
Trifolium repens
Stemmatella
Jaegeria
Lachemilla

Es indudable que la riqueza en especies de la formación y su diverso origen es clara expresión del carácter subserial o secundario de estos pastos.

Es interesante la composición de uno de estos prados de la sabana de Bogotá, en lugar cercano a Sibaté, en terreno poco inclinado que fue abandonado de cultivo dos años antes; el aspecto es de prado graminoide bastante denso con dominio completo de *Anthoxanthum odoratum* de unos 60 cm. de alto; las demás especies esparcidas:

Anthoxanthum odoratum
Eragrostis soratensis
Paspalum trianae
Stipa mucronata
Bromus coloratus
Eragrostis pastoensis
Dactylis glomerata
Holcus lanatus
Brassica campestris
Rhaphanus sativus
Stevia elongata
Stevia rhombifolia
Chrysanthemum leucanthum
Apium leptophyllum
Daucus montanus
Bidens triplinervia v. *hirtella*
Bidens pilosa v. *minor*
Oenothera multicaulis v. *tarquensis*
Sisyrinchium sp.
Anthericum sp.
Gnaphalium sp.
Gnaphalium spicatum
Silene gallica
Ranunculus pilosus
Lachemilla aphanoides
Lithospermum mediale
Cologania ovalifolia
Oxalis corniculata
Siegesbeckia sp.
Erigeron uliginosum
Sonchus oleraceus
Veronica sp.

En realidad, a la altitud entre 2500 y 3000 m. los prados suelen estar dominados por las gramíneas introducidas *Dactylis glomerata* (pasto azul), *Holcus lanatus, Anthoxanthum odoratum* y *Agrostis palustris,* como he comprobado también en antiguas praderas de la sabana en los terrenos que son ahora la Ciudad Universitaria. A mayores altitudes generalmente van tomando preponderancia especies de las asociaciones del *Lachemillion* especialmente *Lachemilla orbiculata* y *Lachemilla aphanoides.* Estas especies dominan desde los 2600 a 3600 m. alt. extensos prados de tipo cespitoso en suelos bastante húmedos o irrigados. Para citar solo un ejemplo doy la composición de uno de estos prados formado por denso césped de *Lachemilla* en el cual las restantes especies están esparcidas. Es un *Lachemilletum orbiculatum Trifoliosum* situado en la Quebrada de San Cristóbal sobre Las Delicias (Bogotá) a 2950 m. alt. (Plancha XXXI):

Lachemilla orbiculata
Lachemilla aphanoides

Trifolium repens
Trifolium filiforme
Hypochaeris sessiliflora
Aster marginatus
Gnaphalium spicatum
Rumex acetosella
Carex bonplandii v. *humilior*
Altensteinia rostrata

En mi trabajo mencionado (Observ.: 88-99) se trataron diversas asociaciones de prados de este tipo, relativos al *Lachemillion* (= Alchemillion) y a ellos se remite al lector.

8. VEGETACION ACUATICA

Es poco lo que se conoce hoy día de la vegetación acuática, y parte de las observaciones hechas no pueden actualizarse por estar pendiente la identificación de muchas colecciones.

Como vegetación acuática de tierra caliente en aguas tranquilas se pueden referir las formaciones flotantes de *Eichornia erassipes* (lirio de pantano) de flores azules que dominan grandes extensiones cubriendo la superficie de ciénagas y de aguas lentas, como p. ej. ocurre en el Valle del Cauca y en el bajo Magdalena. En forma semejante se encuentra *Pistia stratiotes* de flores blancas ya sola ya acompañando la anterior o con otras especies esporádicas. También las Pteridofitas *Salvinia natans* y *Marsilia* sp. cubren la superficie de lagunas o pantanos; en Puerto Carreño entre peñascos graníticos, encontré una de estas asociaciones (*Salvinia* y *Marsilia*) en una laguna cuya temperatura era de 50°C. Planchas XXXII-XXXIV.

En las lagunas de tierra fría no faltan tampoco las hydropteridales, habiendo observado en muchos pozos o lagunitas subparameras (2000-3000 m. alt.) que tenían gran parte de la superficie o toda ella cubierta por una continua capa flotante de color verde o más comunmente rojizo, de *Azolla filiculoides*.

La región amazónica del sur de Colombia alcanza a desarrollar la extraordinaria *Victoria regia* cuyas hojas flotantes en forma de plato alcanzan más de 1 m. de diámetro y cuyas grandes flores rosadas emergen a la superficie del agua. Formaciones de esta extraordinaria especie tropical fueron encontradas en un afluente tranquilo cerca de Leticia por R. Evans Schultes.

Frecuentes en tierra caliente son también asociaciones de *Nymphaea goudotiana, Limnanthenum humboldtianum, Trapa natans* y *Cabomba aquatica* (p. ej. Valle, 1000 m. alt.). Comunidades monoespecíficas semisumergidas de *Araceas* spp. y de *Carludovica* son frecuentes en las zonas cálidas, en caños más o menos sombríos y de agua limpia y tranquila, p. ej. la de *Urospatha sagittifolia* con espatas blanquecinas y espádice violáceo, de los caños del Vaupés.

Lo mismo en tierra caliente que en tierra fría son frecuentes formaciones palustres de ciperáceas y gramíneas. Pajonales densos e inundados se pueden encontrar en todos los climas. En tierra caliente llaman la atención las formaciones sumergidas (inundadas) de la "cortadera" *Lagenocarpus guianensis,* de *Rynchospora* div. sp., así como en tierra fría forma enormes juncales en ciénagas la "totora" *Scirpus californicus, Juncus bogotensis* (Pl. XXXV) y otras.

Aunque no muy abundantes, existen en Colombia también formaciones acuáticas de aguas torrentosas, especialmente en las cataratas y en los raudales de los ríos orientales. Así p. ej. entre las peñas batidas por la corriente del río Vaupés, en el raudal de Yuruparí, encontré una asociación de *Rhyncholacis brassicifolia* y *Weddellina squamulosa* (Podostemonaceae). En la base del Salto de Tequendama junto a la hoya de recepción otra Podostemonácea forma una asociación rupestre de chorrera *Marathrum foeniculaceum* (donde la anoté en 1938). En el Chocó es frecuente en raudales *Tristicha hypnoides*. Dugand publicó un interesante estudio sobre la ecología de las Podostemonáceas en general y en Colombia (1944).

BIBLIOGRAFIA

Barriga Villalba, A. M. — Las heladas en la sabana de Bogotá. Rev. Acad. Col. de C. E. F. y N., 9: 274-279, 1956.

Bates, M. 1948. — Climate and vegetation in the Villavicencio region of eastern Colombia. Geogr. Rev. 38 (4): 555-574.

Caldas, Francisco José. — Memoria sobre la invelación de las plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador. Rev. Ac. Col. C. E. F. Nat. 8: 168-172, 1951.

Chapman, Frank M. — The distribution of Bird-life in Colombia. Bull. of Am. Mus. of Nat. Hist. Vol. 36, 729 pages. New York 1917.

Chardon, Carlos E. — Viajes y Naturaleza, 379 págs. Editorial Sucre, Caracas 1941.

Chaves, Milciades. — La Guajira: Una región y una cultura de Colombia. Rev. Colomb. Antrop. 1: 125-152, Bogotá 1953.

Cuatrecasas, José. — Plantae Colombianae Novae. Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Bot. 26, 30 págs. y 1 láms. (Lámina 1 representa el *Espeletietum* en el Tolima). Madrid, 15-IV-1933.

Cuatrecasas, José. — Observaciones geobotánicas en Colombia Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Bot. 27, 144 págs. 32 láms. Madrid 1934.

Cuatrecasas, José. — Impresiones sobre la vegetación de los Andes en Colombia. Rev. Acad. Cien. 18: 29-41 Zaragoza 1935

Cuatrecasas, José. — Zusammenfassung, en Resumen de mi actuación en Colombia con motivo del II Cent. del nacimiento de Mutis, págs. 149-156. Trabajos del Mus. Nac. de Cienc. Nat. y Jardín Bot., Ser. Bot. 33, 158 págs. y 8 láms. Madrid, julio 1936.

Cuatrecasas, José. — Resumen de unas Observaciones Geobotánicas en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias E. F. y Nat., 5: 289-294. Bogotá, diciembre 1943.

Cuatrecasas, José. — Vistazo a la Vegetación Natural del bajo Calima. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias E. F. y Nat., 7: 306-312, y 6 láminas. Bogotá 1947.

Cuatrecasas, José. — New mural shows plant life of Colombia's High Andes. Bull. of Chicago Nat. Hist. Museum 19 (n. 9): 1-3, 1948.

Cuatrecasas, José. — Rosette Trees, a tropical growth form. Bull. of Chicago Nat. Hist. Museum 20 (n. 10): 6-7, 1949.

Cuatrecasas, José. — Frailejonal, típico cuadro de la vida vegetal en los páramos andinos. Rev. Ac. Col. C. E. F. y Nat. 7: 457-461, Bogotá 1950.

Cuatrecasas, José. — Notas a la Flora de Colombia XII. Rev. Acad. Colomb. C. E. F. Nat. 8: 464-488, Bogotá 1952.

Cuatrecasas, José. — Synopsis der Gattung *Loricaria* Wedd. Feddes Repertorium 56: 150-172 Tafl. 1, Berlín 1954.

Cuatrecasas, José. — Outline of vegetation types in Colombia. VIIIe Congres International de Botanique. Rapports et Communications, Sect. VII: 77. París 1954.

Cuatrecasas, José. — Distribution of the genus Espeletia. VIIIe Congres International de Botanique, Raports et Communications, Sect. IV: 131, París 1954.

Cuatrecasas, José. — Esquema sumario de la vegetación de la "Provincia Norteandina". Suelos Tropicales 1: 13-30 con 8 láminas. Medellín, 1956.

Cuatrecasas, José. — A sketch of the vegetation of the North-Andean province (Summary). Proceedings of the Eight Pacific Science Congress, vol. IV, Botany, págs. 167-173. Quezon City, 1957.

Daniel, H. — Aspectos de una Flora 15 págs. Medellín 1939.

Daniel, H. — Una Ascensión al Cerro de "La Vieja". 14 págs. Medellín, 1940.

Daniel, H. — Apuntes sobre la Flora de Antioquia. Medellín, 1942.

Diels, L. — Pflanzengeographie. 3. Augl., Sammlung Goeschen. 159 págs. Berlín & Leipzig 1921.

Dugand, Armando. — The transition forests of Atlántico, Colombia. TROPICAL WOODS, 40: 1-14. 1934.

Dugand, Armando. — Estudios Geobotánicos Colombianos (Descripción de una sinecia típica en la subxerofitia del Litoral Caribe) Revista de la Academia Colombiana de Ciencias E. F. y Nat., vol. 4: 135-141 y 2 láminas. Bogotá julio 1941.

Dugand, Armando. — Apuntaciones sobre el medio en general y la vegetación en Colombia. Revista trimestral de la Universidad Nacional 1: 307-343. Bogotá, octubre 1944.

Dugand, Armando. — Nuevos conceptos biotipológicos y ecológicos en la Hydrophytia y breve sinopsis de la *Flora podostemonácea* de Colombia. Revista Academia Colombiana de Ciencias E. F. y Nat., VI: 28-31 Bogotá, diciembre 1944.

Dugand, Armando. — On the vegetation and plant resources of Colombia. In Verdoorn's Plants and Plant Science in Latin America, 289-293. Waltham, 1945.

Dugand, Armando. — Aves del Departamento del Atlántico, Colombia (introducción ecológica geográfica, págs. 497-546). Caldasia, 4: 499-648, 1947.

Fosberg, F. R. — El Páramo de Sumapaz. Colombia. Journ. New York Bot. Gard. 45: 226-234 (1944).

Guhl, Ernesto. — La Costa del Pacífico entre los ríos Dagua y Naya. Bol. Soc. Geogr. Colomb. 7: 100-112. Bogotá, 1948.

Hammen, Thomas van der. — El desarrollo de la Flora Colombiana en los períodos geológicos. Bol. Geológico 2, n. 1: 49-106 pl. 1-7 y 1-21, Bogotá, 1954.

Holdridge, L. R., Little, E. L. Jr. and others. — The forests of western and central Ecuador, Forest Service, United States Department of Agriculture. 134 págs. and 2 maps. Washington, 1947.

Howe, Marshall A. — A little-known Mangrove of Panamá. Journ. New York Bot. Card., vol. XII, págs. 61-72, April 1911.

Jenny, Hans. — Great soil groups in the equatorial regions of Colombia, South América. Soil Science 66: 5-28 (1946).

Knoch, K. — Klimakunde von Südamerika. Berlín, 1930.

Lauer, Wilhelm. — Humide u aride Jahreszeiten in Afrika und Suedamerika u ihre Beziehungen zu den Vegetationsgürteln. Bonner Geogr. Abhand. 9: 15-98. Bonn, 1952.

Little, E. L., Jr. — A collection of tree specimens from western Ecuador. The Caribbean Forester, 9: 215-298 (Nº 3) Puerto Rico, 1948.

Llano, Manuel del. — Planeamiento regional de Colombia con fundamento ecológico. Suelos Ecuatoriales 1: 39-45 ocho láminas y un mapa. Medellín 1956.

Merizalde del Carmen, P. Bernardo. — Estudio de la Costa Colombiana del Pacífico, 248 págs. Bogotá, 1921.

Moldenke, H. N. — The known geographic distribution of the member of the *Verbenaceae* and *Avicenniaceae*. New York City, 1942.

Murillo, Luis María. — Colombia, un archipiélago biológico. Documentos para un estudio ecológico del país. Rev. Ac. Col. de C. E. F. y N. VIII: 168-220, 1951; VIII: 409-431, 1951; IX: 1-XX, 1956.

Murphy, R. C. — The littoral of Pacific Colombia and Ecuador. The Geographical Review, 29: 1-33 (1939).

Oppenheim, O. — Geología de la Costa Sur del Pacífico de Colombia. Inst. Geogr. Boletín Nº 1 Bogotá 1949.

Patiño, V. M. y colaboradores. — Presentación del Calima. 162 págs. Cali, 1946.

Patiño, V. M. — Estación Agro-Forestal del Pacífico de Calima-Buenaventura. Publ. Secret. Agr. y Fom., Cali, 1948.

Pérez, Arbeláez, E. — Plantas útiles de Colombia. Bogotá, 1947; Madrid, 1956.

Pérez, Arbeláez, E. — Hilea Magdalenesa (Prospección Económica del Valle Tropical del Río Magdalena). Contraloría General de la República. Bogotá, 1949.

Ruebel, E. — Pflanzengesellschaften der Erde. Bern-Berlín, 1930.

Salvoza, F. M. — Rhizophora. Natural and Applied Science Bulltin. Univ. of Philippines, vol. 211. Manila, 1936.

Schaufelberger, P. — Apuntes geológicos y pedológicos de la zona cafetera de Colombia 296 págs. Manizales, 1944.

Schimper, A. F. und Faber, F. C. von. — Pflanzengeographie auf Physiologischer Grundlage, 3 Aufl., 2 vols. Jena, 1935.

Schmidt, R. Dietrich. — Die Niederschlagsverteilung in andinen Kolumbien. Bonner Geogr. Abhand. 9: 99-119. Bonn, 1952.

Schroeder, Rudolf. — Die Verteilung der mittleren Lufttemperatur in Kolumbien. Bonner Geogr. Abhand 9: 120-123. Bonn, 1952.

Schultes, Richard E. — Plantae Colombianae IX, Nova species Senefelderae. Caldasia 3 (Nº 12): 121-130. 1944.

Schultes, Richard E. — La riqueza de la Flora Colombiana. Rev. Acad. Col. de C. E. F. y N. 8: 230-241; láminas y figuras. 1951.

Schultes, Richard E. — La familia de la Velloziáceas en Colombia. Rev. Ac. Col. de C. E. F. y N. 8: 458-463 y 4 láms. 1952.

Schultze, Arnold. — Flammen in der Sierra Nevada de Santa Marta. Mitteilungen der Geogr. Gasell. in Hamburg 45: 59-226, 1 map and 13 plates. Hamburg 1937.

Schultae, Rohnhof, Arnold. — Plfanzengeographische Beobachtungen aus den Regenwaeldern von Ecuador und den angrenzenden Gebieten von Colombia. Botanische Jahrbuecher; 75, 2: 221-272 Stutgart 1950.

Servicio Geológico Nacional. — Mapa Geológico general de la República de Colombia a escala 1: 2.000.000 y breve explicación. Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia Tom. VI-Anexo I. Bogotá, 1945.

Smith, Albert C. & Koch, M. F. — The genus Espeletia: a study in phylogenetic taxonomy. Brittonia 1: 479-530, 2 pl., 1935.

Troll, Carl. — Der asymmetrische Aufbau der Vegetationszonen und Vegetations-stufen auf der Nord und Südhalbkugel. Ber. Geobet. Forch. Rübel Zürich Jahr 1947: 46-83. Zürich, 1948.

Troll, Carl. — Das Pflanzenkleid der Tropen in seiner Abhängkeit von Klima, Boden und Mensch. Deutscher Geographentag Frankfurt 28: 35-66. Frankfurt 1952.

Troll, Carl. — Die Lokalwinde der Tropengebirse u ihr Einfluss auf Niederschag u Vegetation. Bonner Geogr. Abhand. 9: 124-182. Bonn, 1952.

Troll, Willhelm. — Die Mangrovengewaechse in "Vergleichende Morphologie der hoeheren Pflanzen" Vol. I, part 3, Berlín-Zehlendorf, 1942.

Vareschi, Volkmar. — Sobre las superficies de asimilación de Sociedades Vegetales de Cordilleras tropicales y extratropicales. Boletín Soc. Venez. Cienc. Nat. 14: 121-173. Caracas, 1953.

Vergara y Velasco, F. G. — Nueva Geografía de Colombia. Bogotá, 1901.

Vergara y Velasco, F. J. — Las Regiones Naturales de Colombia, publicado por L. M. Murillo en Archipiélago Biológico, Rev. Acad. Col. de C. E. F. y N., 8: 409-431, 1951.

Verdoorn, F. (editor). — Plants and Plant Science in Latin América. Waltham, 1945.

Vila, Pablo. — Nueva Geografía de Colombia 358 págs. y 1 map. Librería Colombiana, Bogotá, 1945.

Weddell, H. A. — Chloris Andina, 2 vols. París, 1855-1857.

GLOSARIO

Acaulirrósula

Plantas con hojas arrosetadas a ras del suelo.

Aciculifolias

Plantas con hojas en forma de aguja (aciculares), como los pinos.

Asocietas, asocies

Varias especies que comparten el dominio de una asociación.

Bioma

Conjunto de todos los seres, vegetales y animales, que forman una comunidad biológica estabilizada.

Biotipo

Forma biológica, tipo biológico.

Casmófitas

Plantas que prosperan en las fisuras de las rocas.

Caulifloras

Plantas que presentan las flores directamente sobre el tallo o ramas gruesas.

Caulirrósula

Planta de tallo recto y simple terminado por un penacho o roseta de hojas.

Caulirrosuletum

Formación o agrupación de plantas de tipo caulirrósula.

Climácico

Que corresponde a la clímax.

Clímax

Estado espontáneo de la vegetación natural de una región cuando ha adquirido el máximo desarrollo (mayor masa) posible en las condiciones de su clima con caracteres de estabilidad.

Consocietas, consocies

Dominancia de una sola especie en una asociación.

Corológico

Relativo a la distribución geográfica de las plantas.

Criptofruticetum

Formación de plantas *criptofrútex*. Sinónimo de *criptolignetum*.

Criptofrútex (cryptofrutex)

Arbustito rastrero cuyos tallos se ocultan entre el suelo y los residuos vegetales acumulados sobre el suelo.

Disclimácico

Relativo a una condición distinta de la clímax, originada por la destrucción total o parcial de la vegetación espontánea.

Ecología (vegetal)

Estudio de las relaciones o interdependencia de las plantas con el medio

Edáfico

Relativo al suelo.

Epífita

Planta que vive encima de otra planta que le sirve de soporte o casa, sin parasitar o vivir de ella.

Esclerofilas

Plantas de hojas gruesas y coriáceas.

Especiación

Proceso de formación o de diferenciación (derivación) de nuevas especies.

Esquema biotipológico

Representación esquemática o tabular de la cantidad o del porcentaje de cada uno de los tipos biológicos presentes en una comunidad vegetal. Sinónimo de "espectro biológico".

Formación

Asociación vegetal caracterizada por la forma biológica dominante, p. ej. bosque, matorral.

Formas biológicas

Categorías en que se clasifican las plantas según su estructura vegetativa independientemente de su posición sistemática, por ejemplo: hierba, bejuco, árbol, caulirrósula, etc. Sinónimo de biotipo y de tipo biológico.

Fúlcreos

Raíces sostén que nacen oblicuas sobre la base del tallo y forman como una armazón cónica. También "zancos" o "sancos".

Halófilas

Plantas que prosperan en suelos salinos.

Halófobas

Plantas que no pueden prosperar en suelos con sal.

Heliófilas

Plantas que buscan la luz, amantes de lugares abiertos.

Hidrófilas

Plantas acuáticas o semiacuáticas.

Higrófilas

Plantas adaptadas a la humedad.

Higrofitia

Sector y tipo de vegetación de países lluviosos con abundantes precipitaciones durante todo el año.

Leptofilas

Hojas muy pequeñas, de menos de 25 mm². de superficie (escala de Raunkiaer).

Macrofilas

Hojas grandes, de superficie entre 18225 y 164025 mm². (escala de Raunkiaer).

Megafilas

Hojas muy grandes, como las del plátano, por ejemplo.

Megatermas

Plantas que prosperan a temperatura elevada durante todo el año, con mínima media mensual de 16º.

Mesofilas

Hojas de tamaño mediano, de superficie entre 2025 y 18225 mm². (escala de Raunkiaer).

Mesotermas

Plantas que prosperan a temperaturas con mínima mensual entre 0º y 16º, tolerando poco temperaturas inferiores.

Microclima

Factores climáticos que recaen en la limitada estación en que vive la planta.

Microfilas

Hojas pequeñas de superficie entre 225 y 2025 mm². (escala de Raunkiaer).

Microtermas

Plantas que viven en países fríos o con largos períodos invernales con heladas y nevadas.

Nanofilas

Hojas pequeñas, de superficie entre 25 y 250 mm². (escala de Raunkiaer).

Neumatóforo

Raíces desarrolladas fuera del suelo, con función respiratoria, en forma de bujía, fúlcreo, codo, etc.

Nortandina (área)

El área de la región norte de los Andes que abarca Colombia, Ecuador y la parte andina de Venezuela.

Parásito

Planta que vive de otro, que toma su alimento de otro ser viviente.

Pulvinetum

Conjunto de plantas del tipo biológico en almohadilla *(pulvinulum)*.

Raíz bujía

Raíz terrífuga, que emerge del suelo con un brote de esparraguera o aparentando una bujía.

Raíz terrífuga

Raíz con geotropismo negativo, que crece para arriba, saliéndose del suelo, como en ciertas especies de los manglares y de lugares pantanosos (p. ej. el iguanero, el naidí, el machare).

Simorfia

Conjunto de los elementos de una sinecia o de una comunidad vegetal, que presentan la misma forma biológica. Por ejemplo las hierbas de un robledal, que forman la simorfia *herbetum*.

Sinecia

Conjunto de todas las plantas que viven reunidas formando una agrupación homogénea, definida por la morfología de los componentes.

Subhigrofitia

Sector y tipo de vegetación de países lluviosos con un corto período seco o muy poco lluvioso.

Subserial

Estado de la vegetación, alterada, en una etapa alejada de la climácica.

Tropandina (área)

El área que abarca los Andes tropicales, es decir las regiones andinas comprendidas entre los dos círculos tropicales.

Tropófitas

Plantas que pierden la hoja en una estación del año desfavorable, que pueden ser por causa de excesivo frío o de excesiva sequedad.

*Trunciflora*s

Plantas que presentan las flores directamente sobre el tronco.

Xerófitas

Plantas que prosperan en lugares secos.

Xeromorfas

Plantas de estructura adecuada para prosperar en lugares secos.



I—Selva neotropical del río Vaupés, vista desde lo alto del Cerro Macname (Mitú); en primer término, izquierda, **Clusia mituana.** *(Foto Cuatrecasas C-1460).*



II—Selva neotropical del río Putumayo, con el cono de fúlcreos típico de **Socratea elegans.** Pimpollo de **Gustavia** sp. con un penacho de grandes hojas. Un indio *Koján. (Foto Cuatrecasas I-581).*



III—1 — Aspecto de una asociación de **Tovomita rhizophoroides,** exhibiendo sus típicas raíces epígeas, en la selva neotropical pantanosa de la Costa del Pacífico, que sucede en el interior a los manglares. *(Foto Cuatrecasas C-2082).*



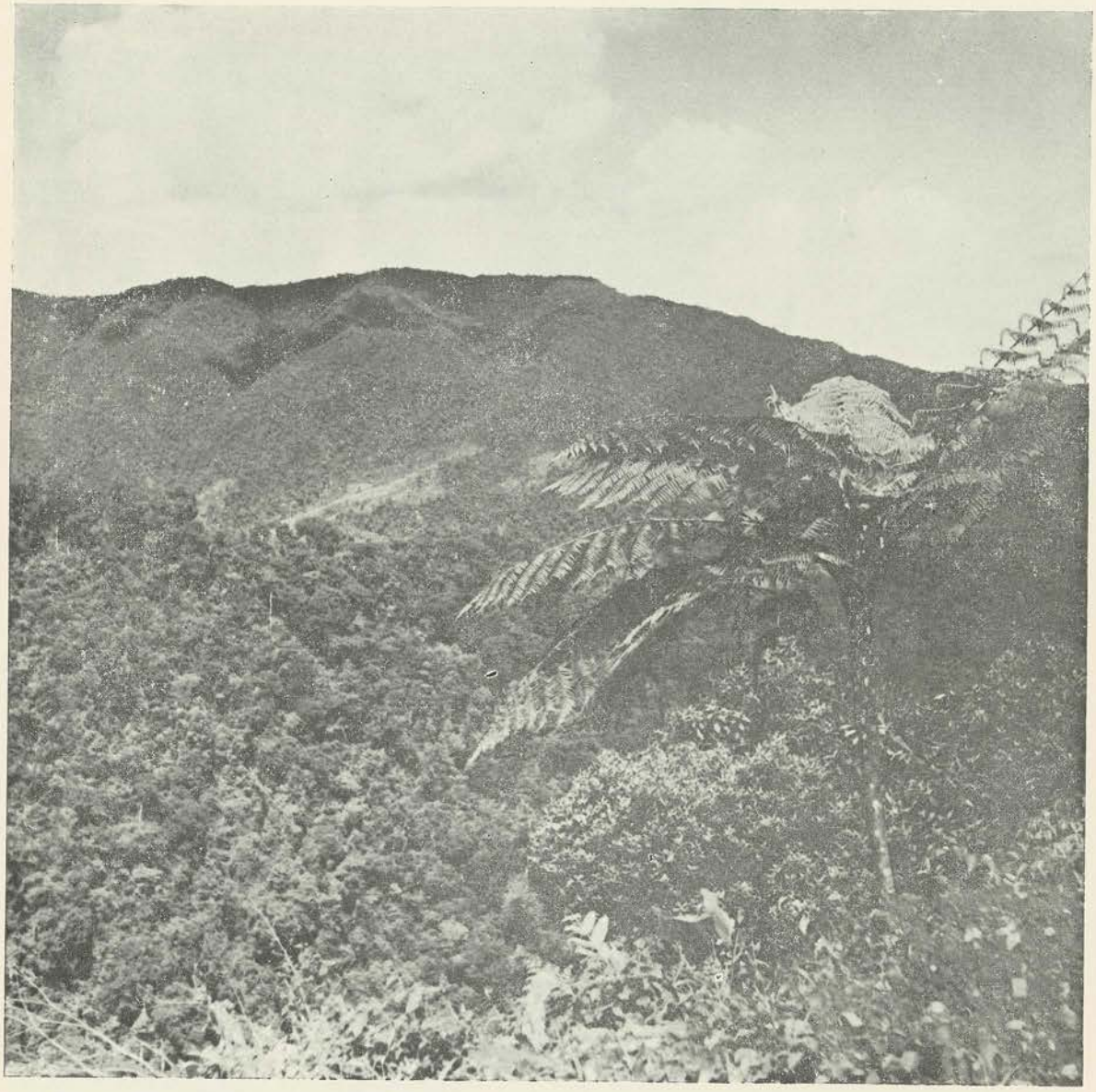
III—2 — Gregies de **Euterpe cuatrecasana** en la asociación **Moretum oleiferae** de la Costa del Pacífico, río Yurumanguí. Obsérvense los típicos fúlcreos y las raíces terrífugas en bujía. *(Foto Cuatrecasas C-2198).*



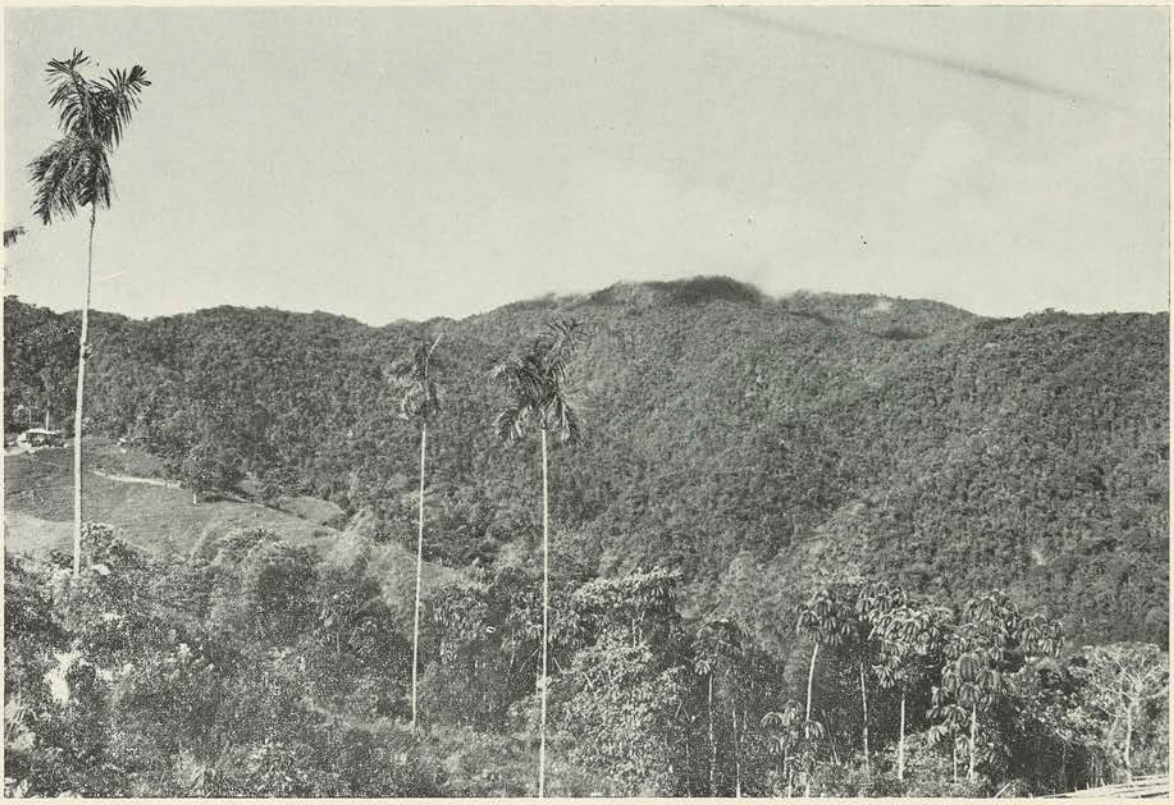
IV—Raíz geotrópico-positiva, inclinada, (normal) de **Euterpe cuatrecasana** (naidí) mostrando el nacimiento de ramas geotrópico-negativas (ascendentes), las raíces terrífugas en bujía, también llamadas neumatóforos. *(Foto Cuatrecasas C-2205).*



V—Selva neotropical de la Costa del Pacífico, río Yurumanguí. A la izquierda el tronco de un guasco **(Eschweilera** sp.) y tallos trepadores epífitos de **Clusia** sp.; palmas jóvenes de **Welfia regia** y **Wettinia quinaria** y un gran bejuco, el "rayo" **(Abuta colombiana).** *(Foto Cuatrecasas C-2057).*



VI—La selva subandina en la Hoya del río Anchicayá-Dígua, a 1.350 m. alt. En primer término un helecho arbóreo de **Alsophila** sp.
(Foto Cuatrecasas I-1974)



VII—1 — Selva neotropical subandina, en la Cordillera Occidental. En primer término a ± 1.100 m. alt. palmas de **Catostigma inconstans, Cecropia megastachya** (yarumos con grandes hojas palmadas) y guaduas conspicuas. *(Foto Cuatrecasas C-2116).*



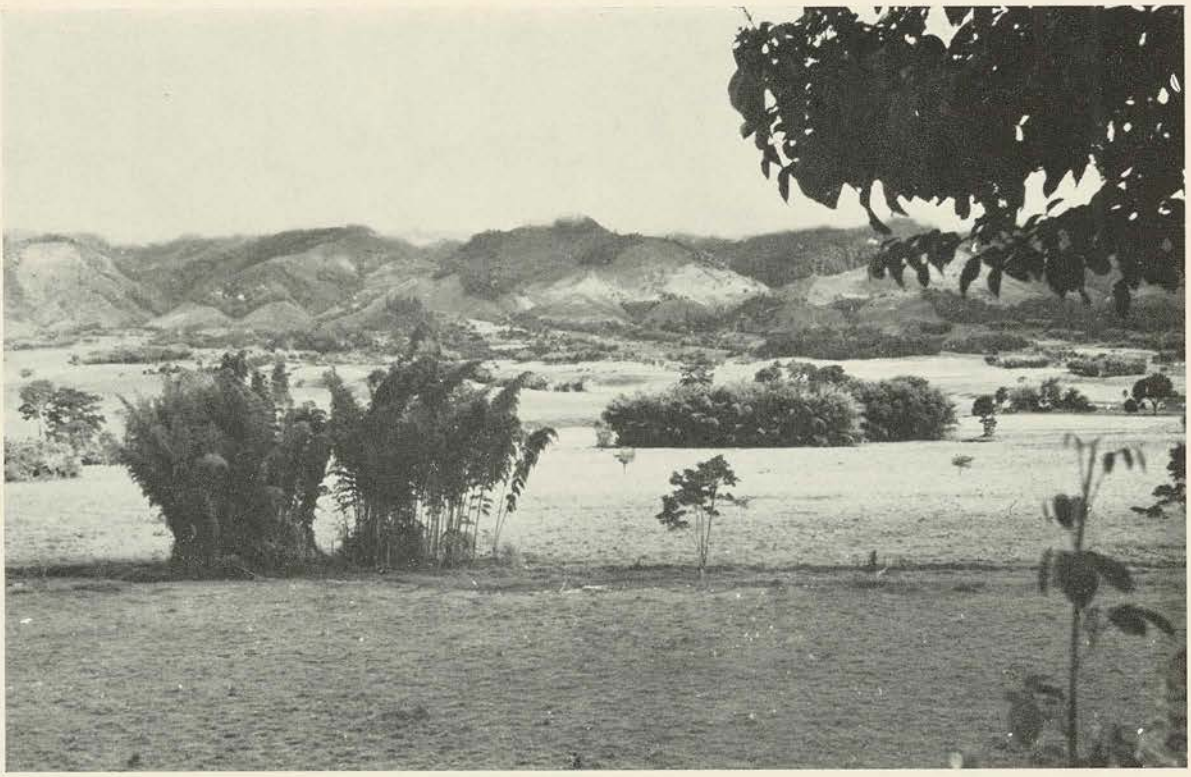
VII—2 — Formación de helechos arbóreos, en el sotobosque de la selva subandina. Cordillera Oriental, región del Sarare, 2.100 m. alt. *(Foto Cuatrecasas C-1871).*



VIII—1 — Cordillera Central, Cauca, Hoya del río Palo, 2.600-2.700 m. alt. Bosque andino densamente salpicado por palmas de **Ceroxylon.** *(Foto Cuatrecasas C-2341).*



VIII—2 — Valle del Cauca, 1.000 m. alt. "Corosal", formación de **Scheelea butyracea** (Mutis) Karsten, "palma de puerco" o "coroso de puerco". *(Foto Cuatrecasas C-2434).*



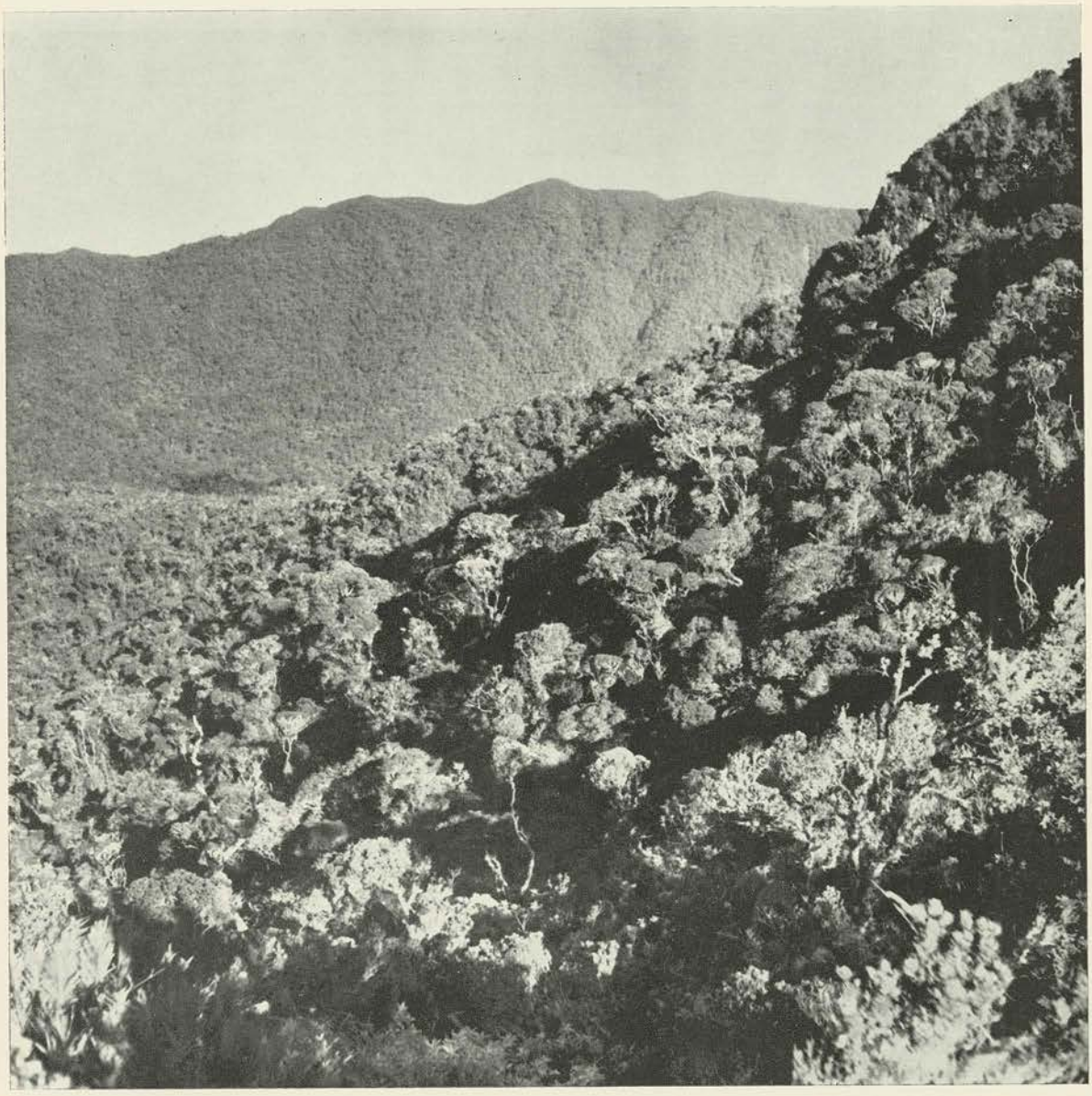
IX—1 — Alto Calima, entre Restrepo y Darién, paisaje de guaduales. *(Foto Cuatrecasas 1-1658).*



IX—2 — Guadual en el Alto Calima. *(Foto Cuatrecasas 1-1666).*



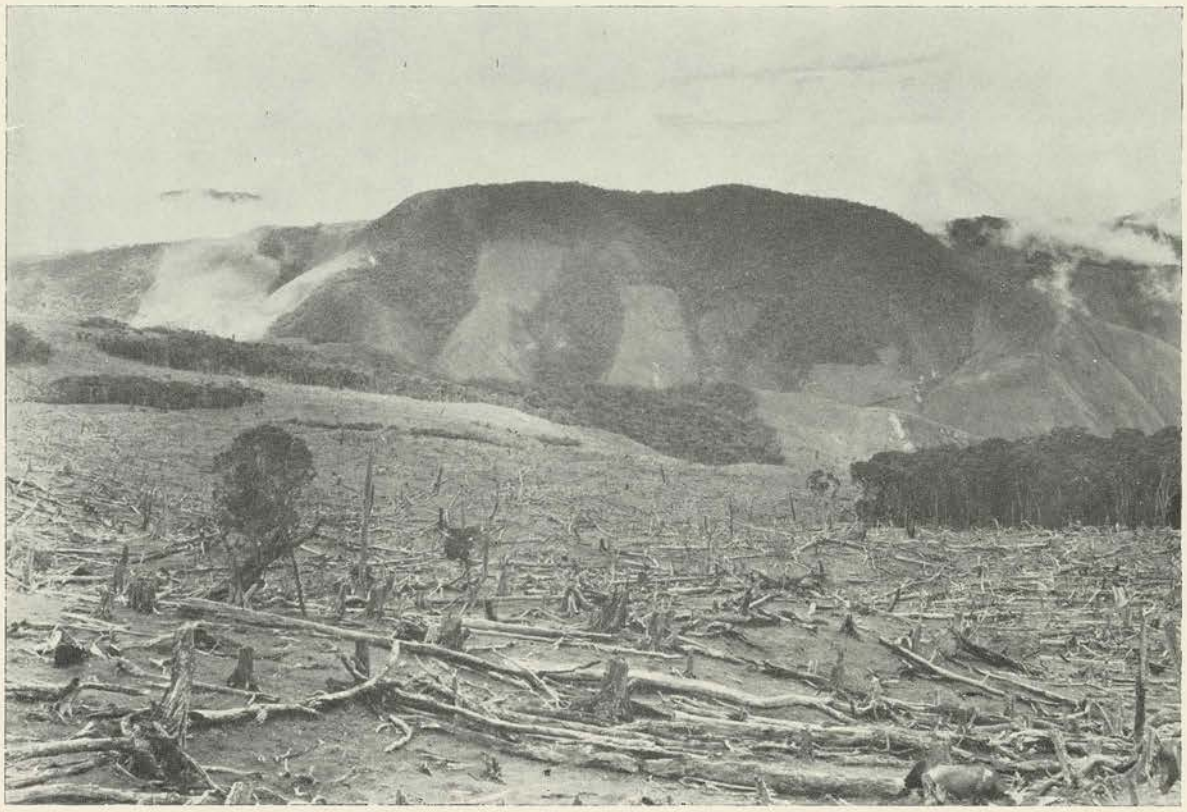
X—**Syagrus sancona** (HBK) Kartsen, entre Cartago y La Virginia, ± 1.200 m. alt. *(Foto Cuatrecasas I-1816).*



XI—Cordillera Occidental, Los Farallones. La selva andina a 3.500 m. alt. Primer término con abundante **Weinmannia engleriana** y **Miconia orcheotoma.** *(Foto Cuatrecasas 1-1707).*



XII—1 — Cordillera Central, Cauca, alta cuenca del río Palo, Selva andina y en lo más alto, páramo. Primer término, bosque de **Weinmannia engleriana** y **Ocotea** sp., 3.400-3.450 m. alt. *(Foto Cuatrecasas C-2327).*



XII—2 — Cordillera Central, Valle, Montañas de Barragán, ± 3.250 m. alt. Inmenso proceso de destrucción del bosque clímax predominantemente **Weinmannietum** y **Hesperomeletum,** para formar pastos; domina en estos **Dactylis glomerata.** *(Foto Cuatrecasas C-2408).*



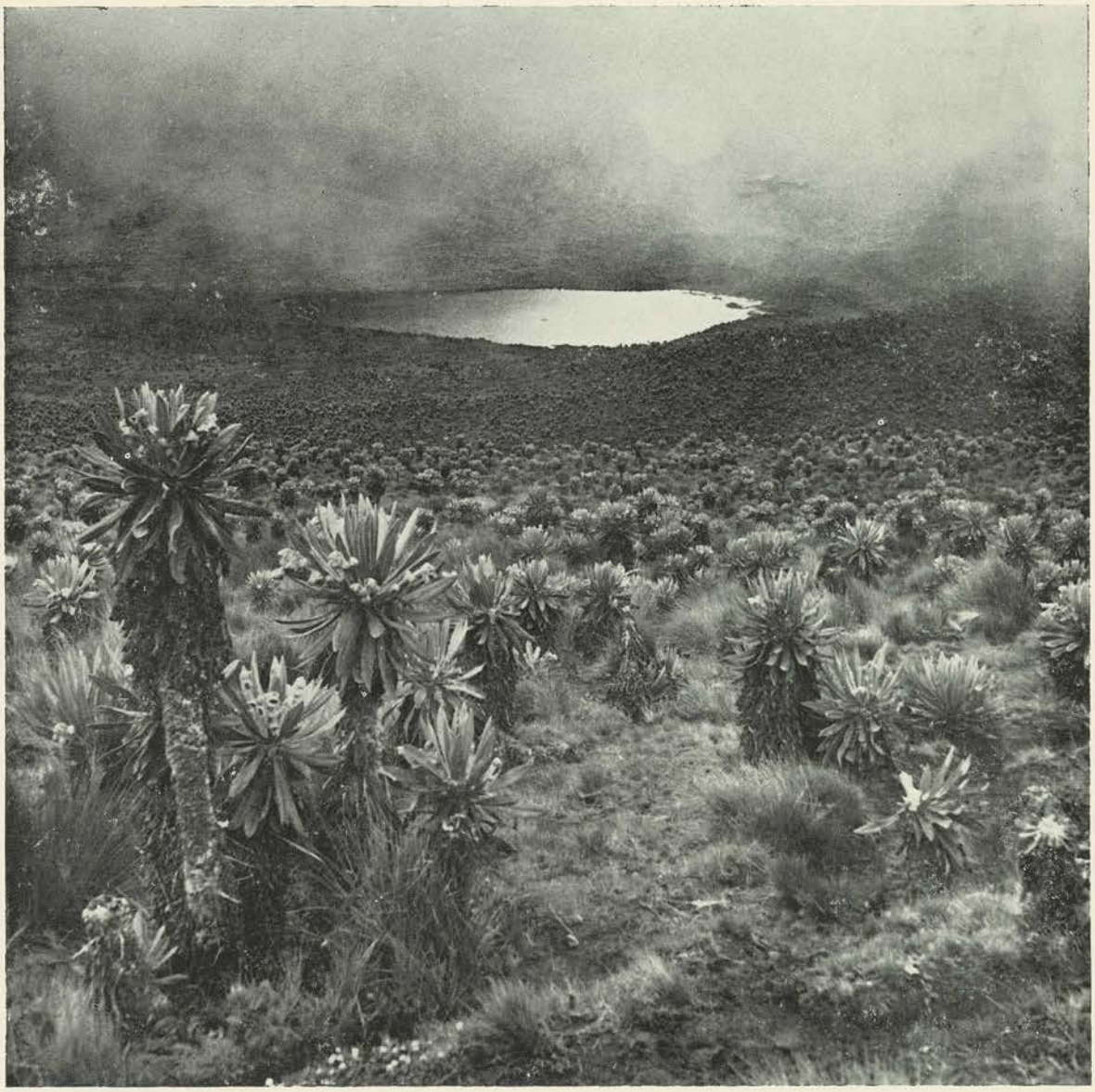
XIII—Cordillera Occidental, Los Farallones, 3.200 m. alt. Bosque de páramo destacando los encenillos escobiformes **(Weinmannia penicillata). Escallonia** sp., chusques y helechos arbóreos. *(Foto Cuatrecasas I-1695).*



XIV—1 — **Puya goudotiana** Mez y **Espeletia grandiflora** H. & B. en el páramo de Guasca, Cordillera Oriental, 3.200 m. alt. *(Foto Cuatrecasas C-1988).*



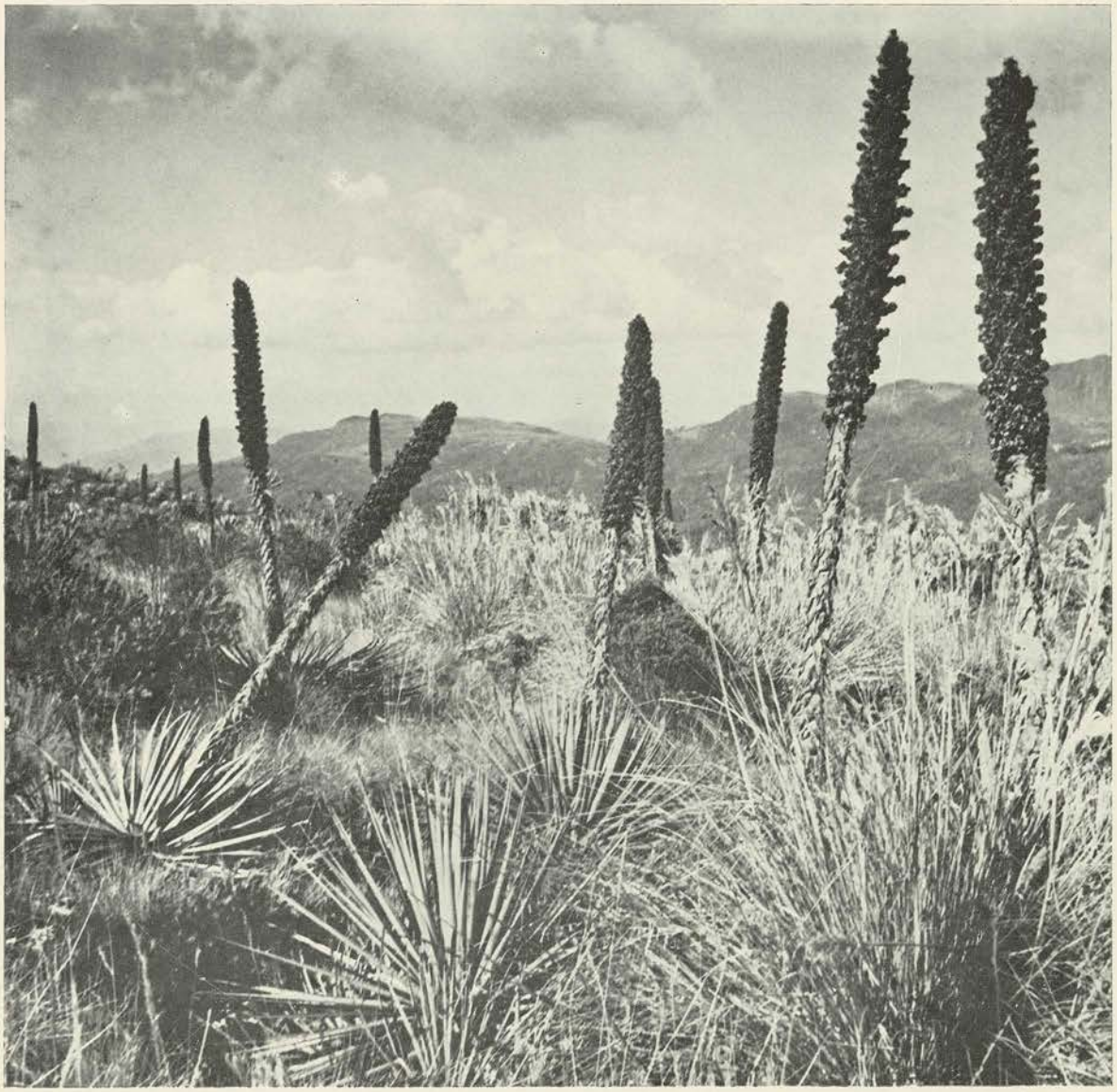
XIV—2 — Tronco de **Podocarpus oleifolius** D.Don, (pino de Pasto) en el bosque andino de La Cocha, Nariño, 2.800 m. alt. *(Foto Cuatrecasas C-1830).*



XV—Cordillera Central, Laguna del Ruíz, páramo 3.700 m. alt. Formación de caulirrosuletum de **Espeletia hartwegiana** con graminetum de **Calamagrostis** coarctata. *(Foto Cuatrecasas I-247)*.



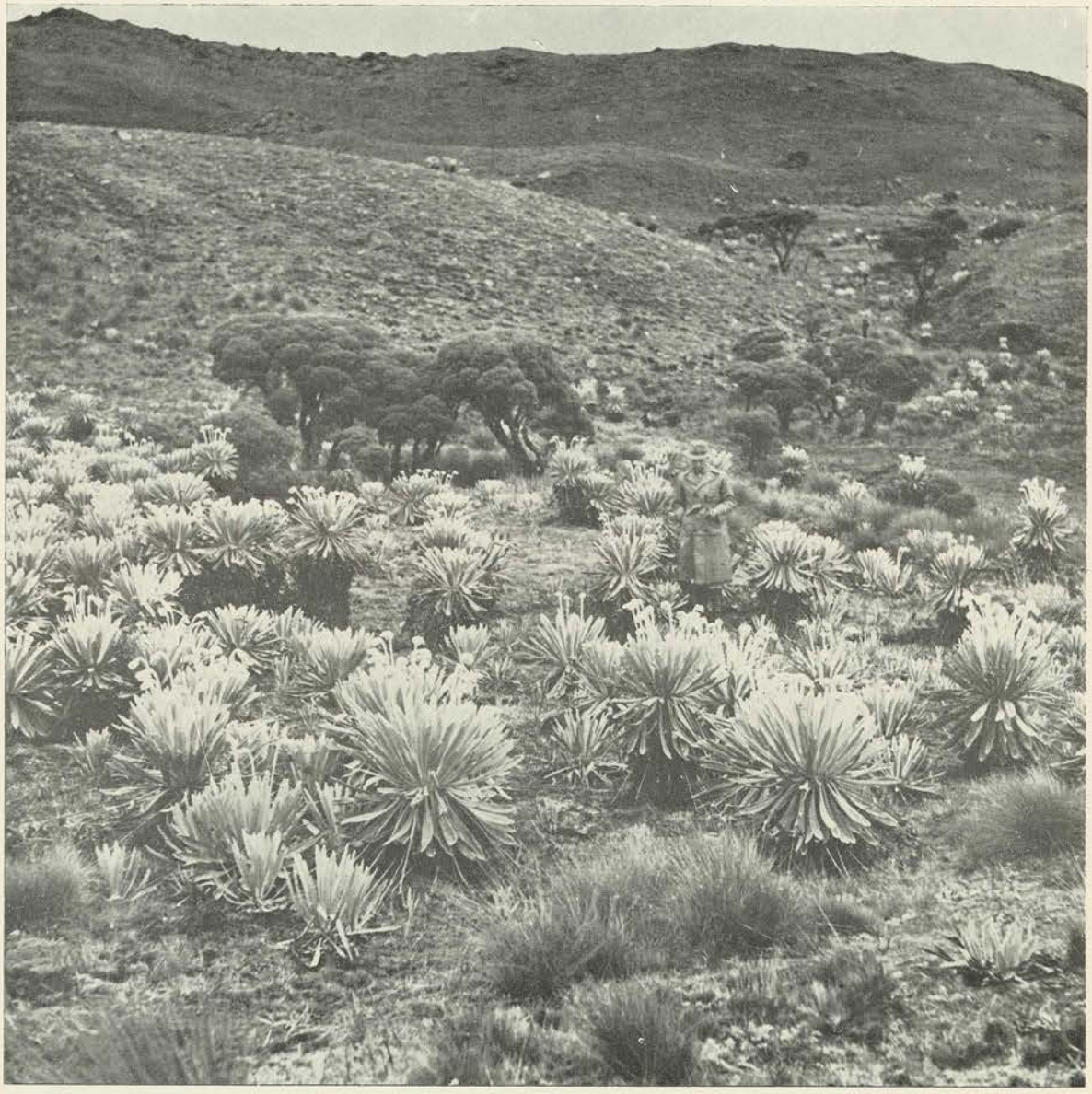
XVI—Cordillera Central, Cauca, Páramo de San Rafael, 3.360 m. alt., grupo de **Espeletia hartwegiana** Cuadr. con **Blechnum schomburgkii** (Kl.) Chr. *(Foto Cuatrecasas I-1909).*



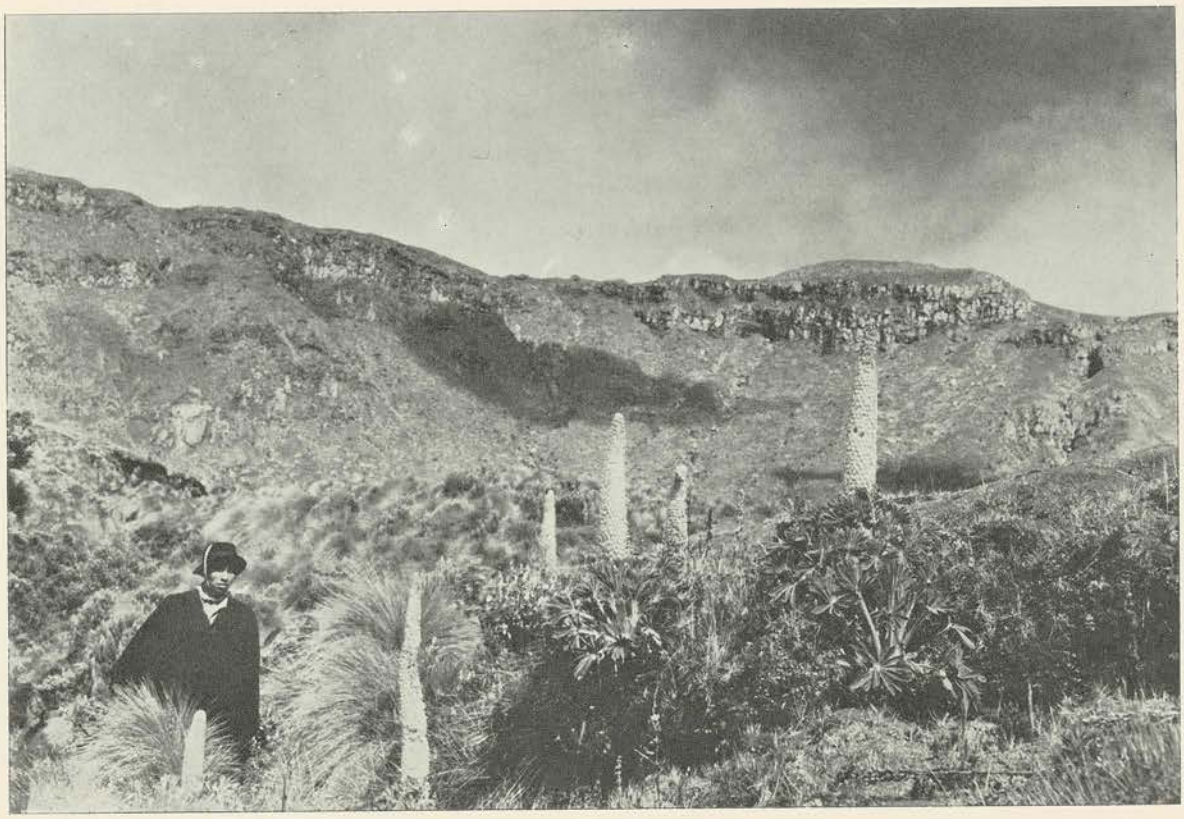
XVII—Cordillera Oriental, macizo de Bogotá, páramo 3.250 m. alt.; formación de **Puya goudotiana,** grandes haces de **Cortaderia nitida** matas de **Aragoa cupresina** al fondo rosetones de **Espeletia grandiflora,** etc. *(Foto Cuatrecasas I-129).*



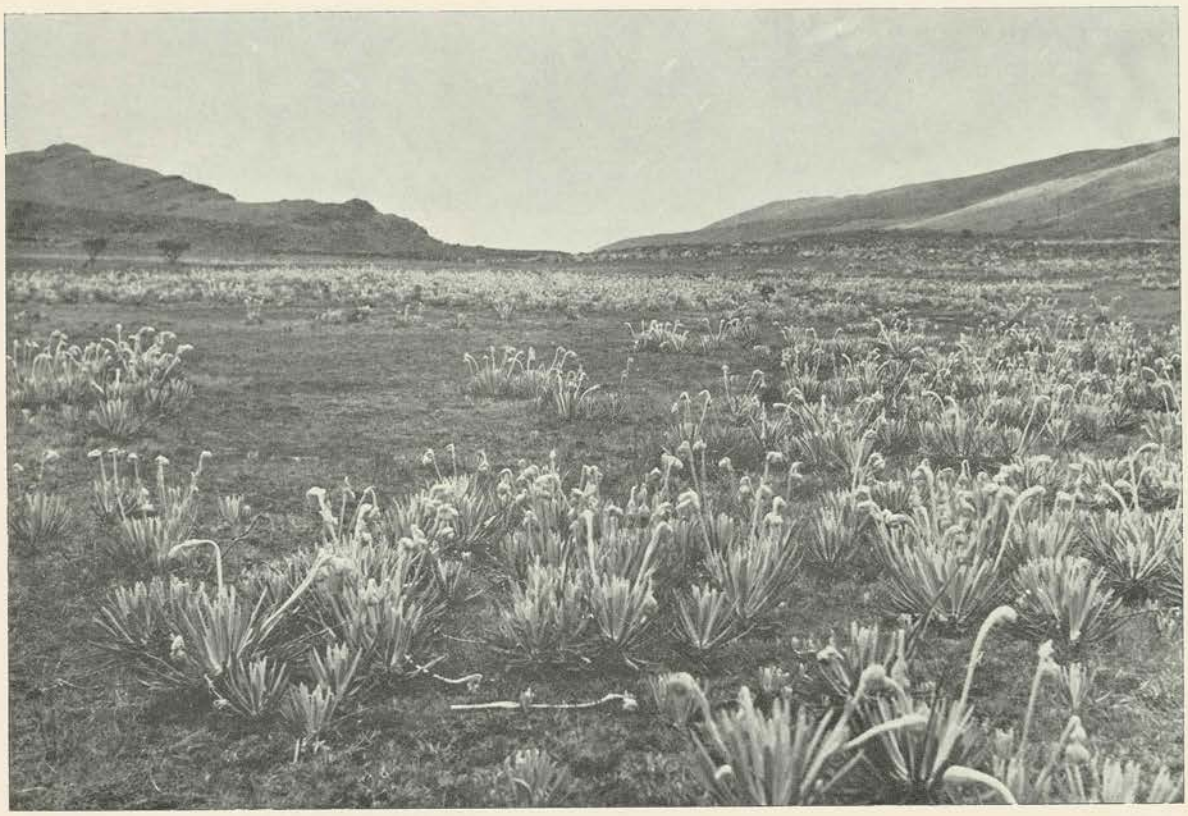
XVIII—Nevado del Ruíz (Cordillera Central); páramo 4.300 m. alt. con almohadillas de **Plantago rigida** HBK con pajonal de **Calamagrostis effusa** Steud. y **C. recta** Tr. *(Foto Cuatrecasas I-235).*



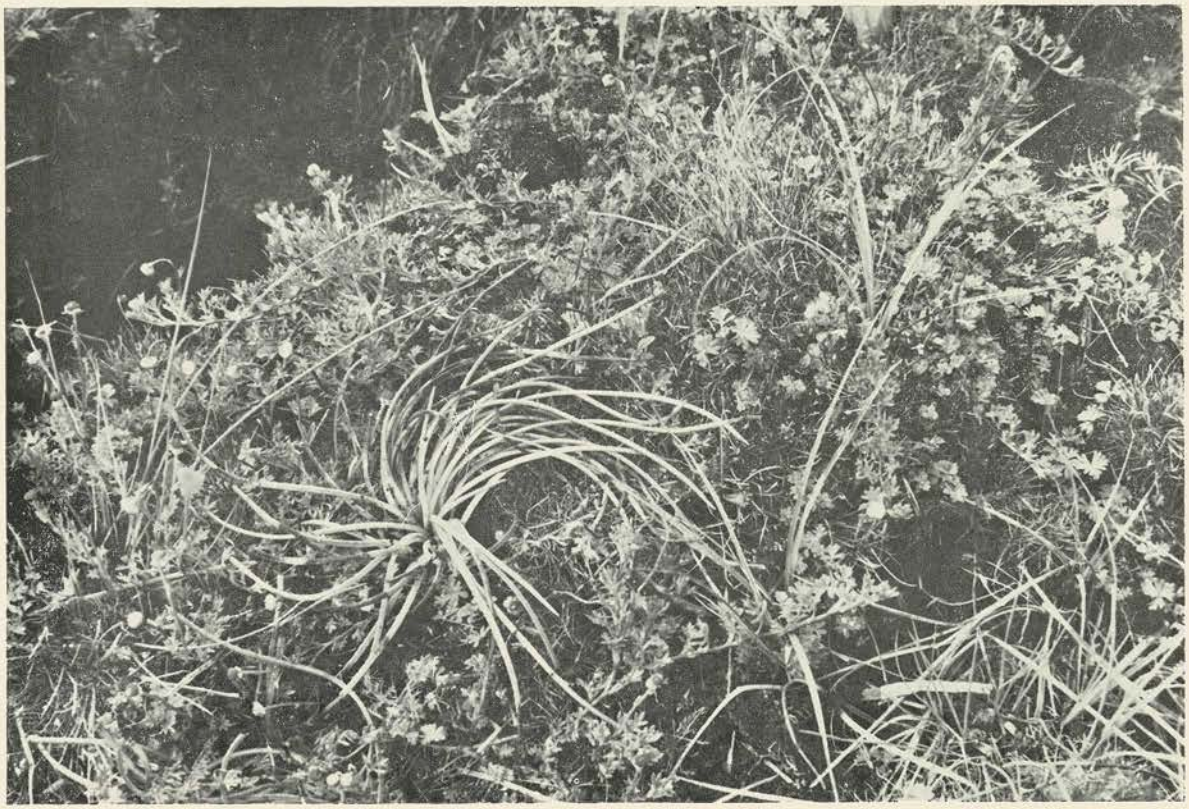
XIX—Cordillera Oriental, páramo del Almorzadero, en una quebrada 3.800-3.900 m. alt. Formación de **Espeletia conglomerata** Sm. con arbolitos de **Diplostephium revolutum** Bl., fascigraminetum de **Calamagrostis effusa** y demás especies de páramo. *(Foto Cuatrecasas I-388).*



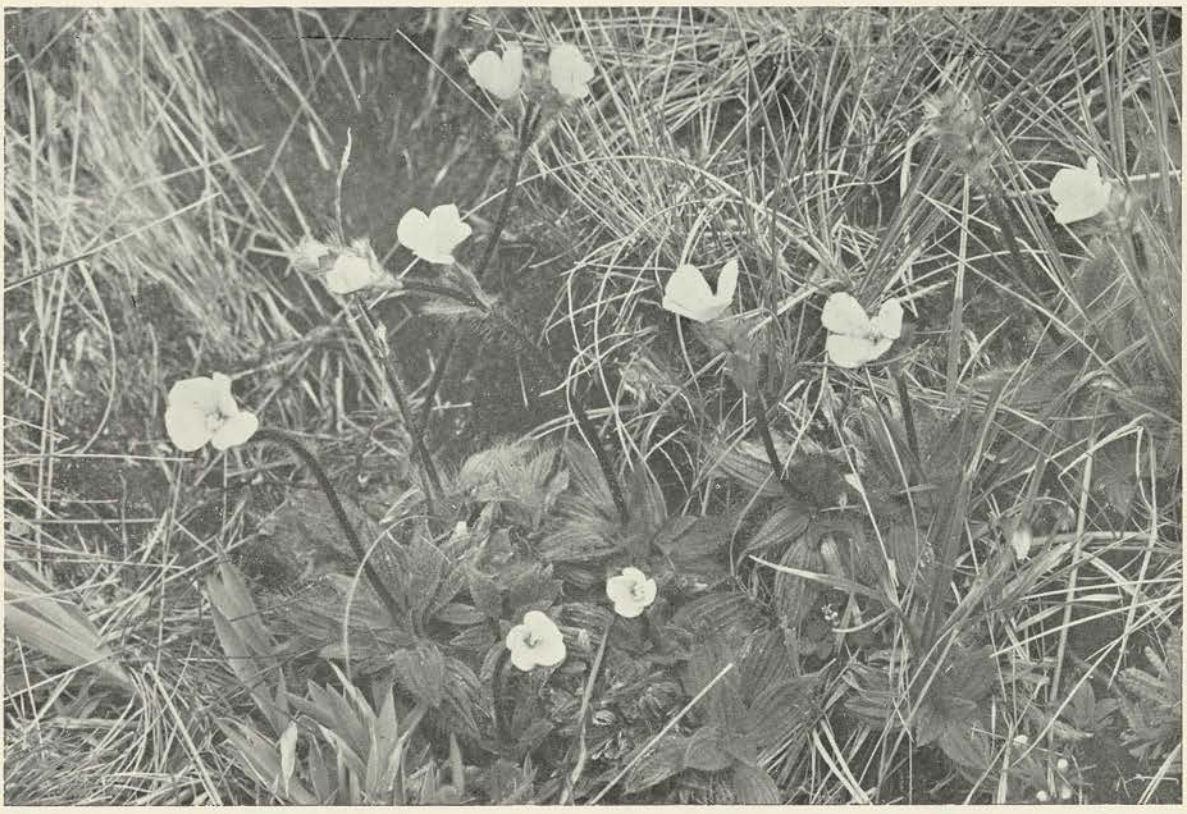
XX—1 — Cordillera Central, páramo de Puracé, 3.900 m. alt. **Lupinus alopecuroides** Desr. *(Foto Cuatrecasas C-2016).*



XX—2 — Cordillera Oriental, páramo del Almorzadero, 3.800 m. alt., prado turboso-pantanoso con **Espeletia estanislana.** *(Foto Cuatrecasas C-1705).*



XXI—1 — Cordillera Central, cabeceras del río Tuluá, páramo 3.500 m. alt., prado embebido, con **Isoetes killipii, Plagiocheilus solivaeformis, Oreobulus obtusangulus** como principales elementos visibles. *(Foto Cuatrecasas C-2398).*



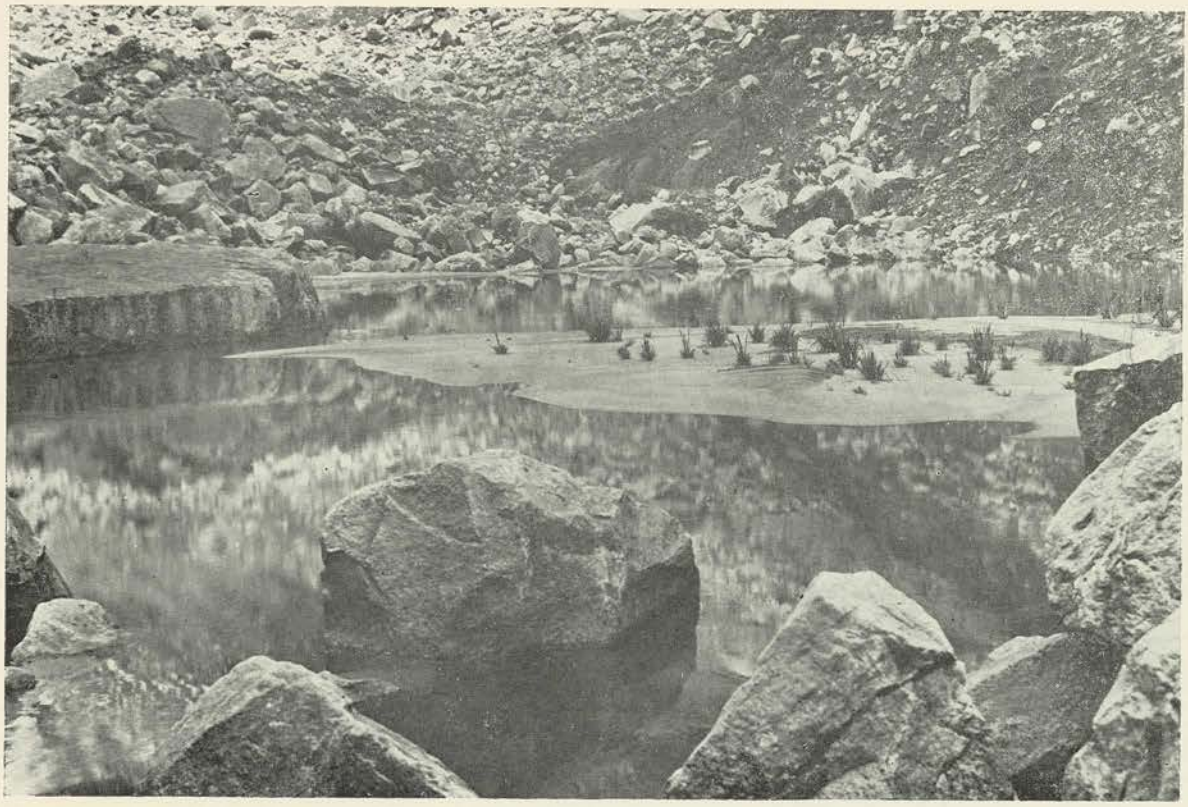
XXI—2 — Cordillera Oriental, macizo de Bogotá, páramo 3.380 m. alt., típica melastomatácea arrosetada del prado paramuno, con flores amarillas: **Castratella pilloseloides.** (Bonpl.) Naud. *(Foto Cuatrecasas C-1405).*



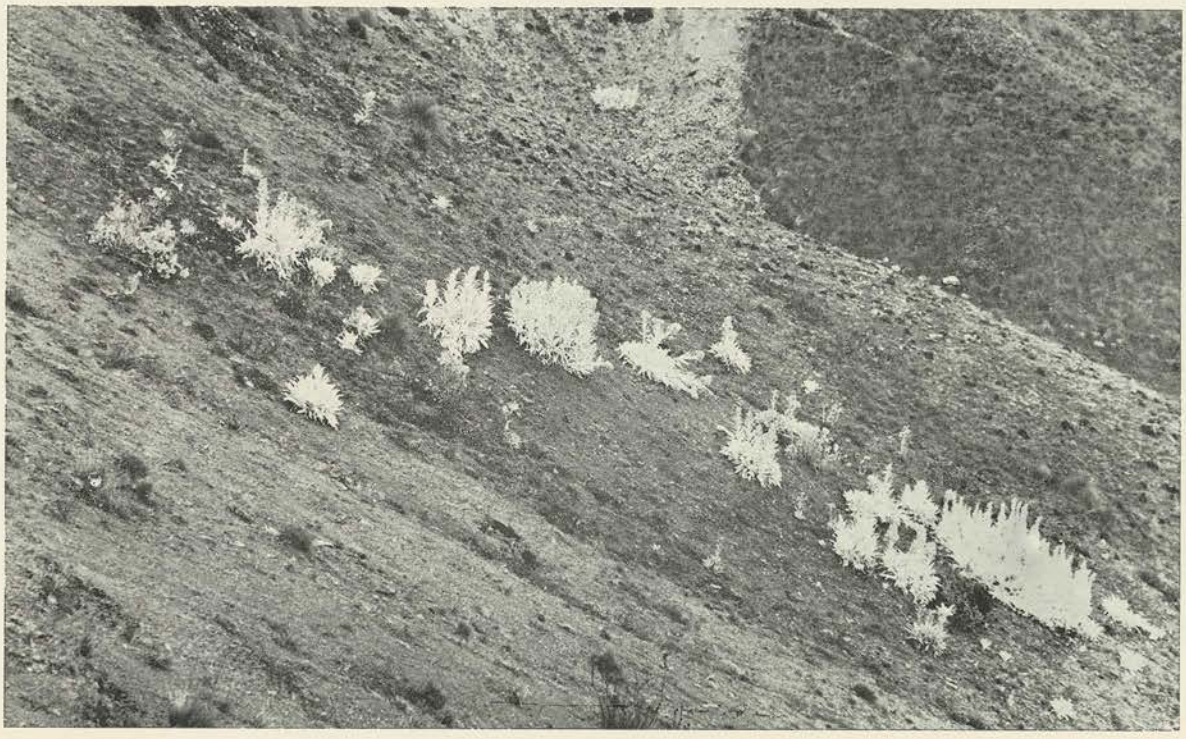
XXII—1 — Cordillera Central, prado pantanoso en un viejo cráter del Puracé llamado El Alfombrado, 4.100 m. alt. Compacta alfombra flotante de **Distichia tolimensis** con esporádicos ejemplares entremezclados de **Cotula minuta, Plagiocheilus solivaeformis, Werneria, Gunera magellanica, Cyperaceae;** lomas con pajonal de **Festuca tolucensis,** fruticeto de **Senecio vaccinioides, Loricaria,** almohadillas de **Azorella crenata** y grupos de **Senecio puracensis.** Primer término **Agrostis foliata** y **Loricaria thujoides** v. **microphylla.** *(Foto Cuatrecasas C-2105).*



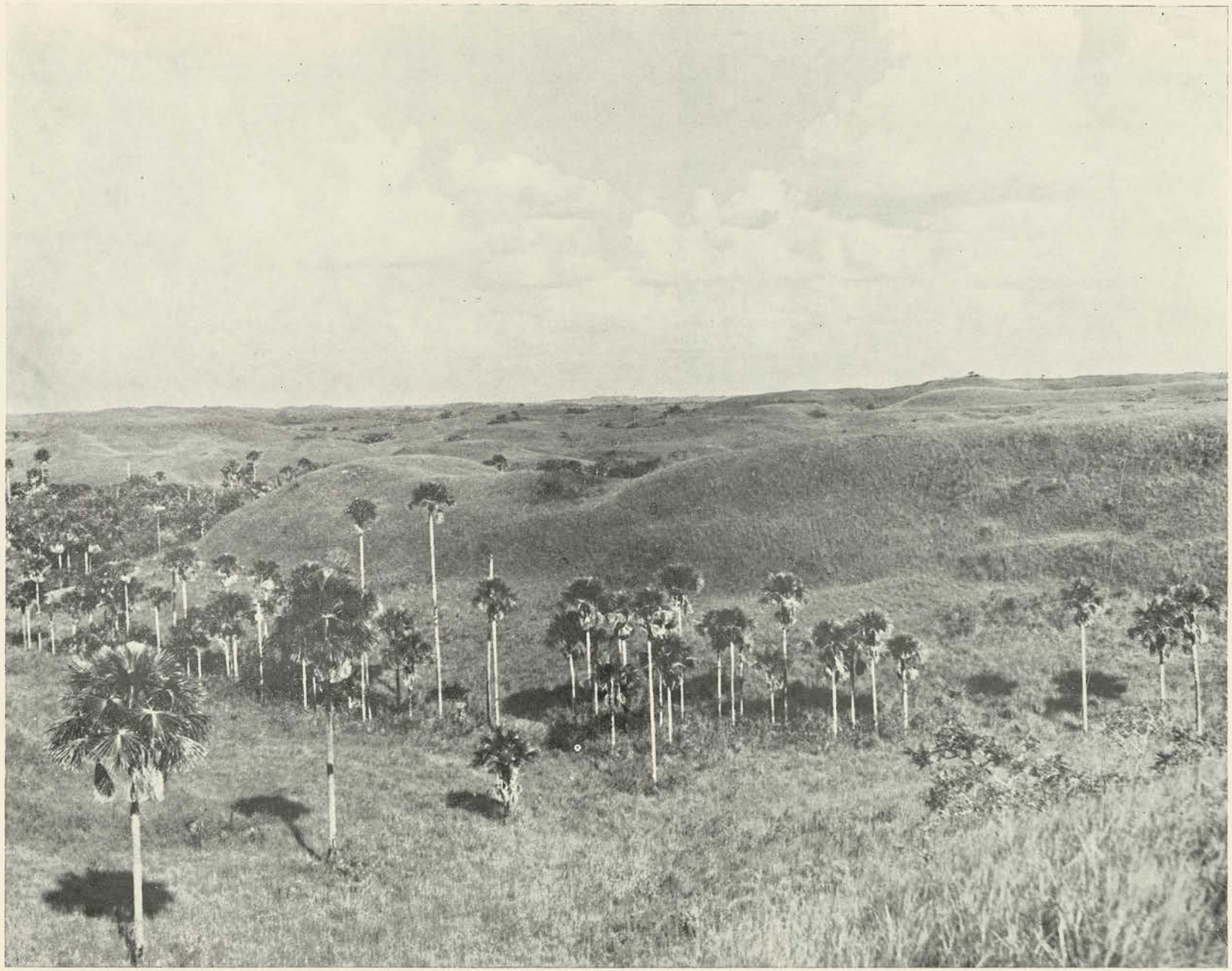
XXII—2 — Cordillera Oriental; Nevado del Cocuy, 4.200 m. alt. pantano con alfombras compactas flotantes de **Distichia tolimensis.** Entre las placas se ve **Calamagrostis** sp., **Werneria crassa** v. **minor, Plagiocheilus solivaeformis** subsp. **multiflorus** y escasas ramillas empotradas de **Pernettya prostrata.** *(Foto Cuatrecasas C-1231).*



XXIII—1 — Superpáramo del Nevado del Cocuy, inmediatamente debajo del glaciar, 4.500 m. alt. *Agrostis nigritella* Pilger como especie única entre las finas arenas bañadas en el agua de fundición. *(Foto Cuatrecasas C-1229).*



XXIII—2 — Superpáramo en la Cordillera Oriental, en el Páramo del Almorzadero, 3.800 m. alt., formación en arenales de **Senecio niveo-aureus, S. almorzaderonis, S. canescens** fma. **boyacensis** y **S. foliiserratus.** *(Foto Cuatrecasas C-1974).*



XXIV—Los Llanos orientales en La Serranía, sabana mayormente de gramíneas con manchas de morichal en las hondonadas con agua freática. **Mauritia minor** Burret. *(Foto Cuatrecasas C-1577).*



XXV—1 — Los Llanos orientales. Frente de una mata de monte con matas de la musácea **Phenakospermum guianense** (terriago) muy destacadas, **Capironia decorticans** y otros árboles de los citados en la pág. 254. Sabana con pajonal de **Andropogon leucostachyus.** *(Foto Cuatrecasas C-1572).*



XXV—2 — Formación xerófita cerca de Cúcuta (N. de Santander); arbolitos aparasolados de "cují" *(Neltuma juliflora)* y *Opuntia* sp. *(Foto Cuatrecasas C-1572).*



XXVI—Enclave xerófito de Dagua, 650 m. alt. **Cephalocerues colombianus** B.&R. *(Foto Cuatrecasas I-1140).*



XXVII—1 — Manglar en la costa del Pacífico. Tres troncos de **Avicenia nitida** (iguanero) con sus cortos fúlcreos basilares y una gran producción de raíces terrífugas en bujía. Fondo con **Rhizophora brevistyla** y **Acrostichum aureum.** *(Foto Cuatrecasas C-2189).*



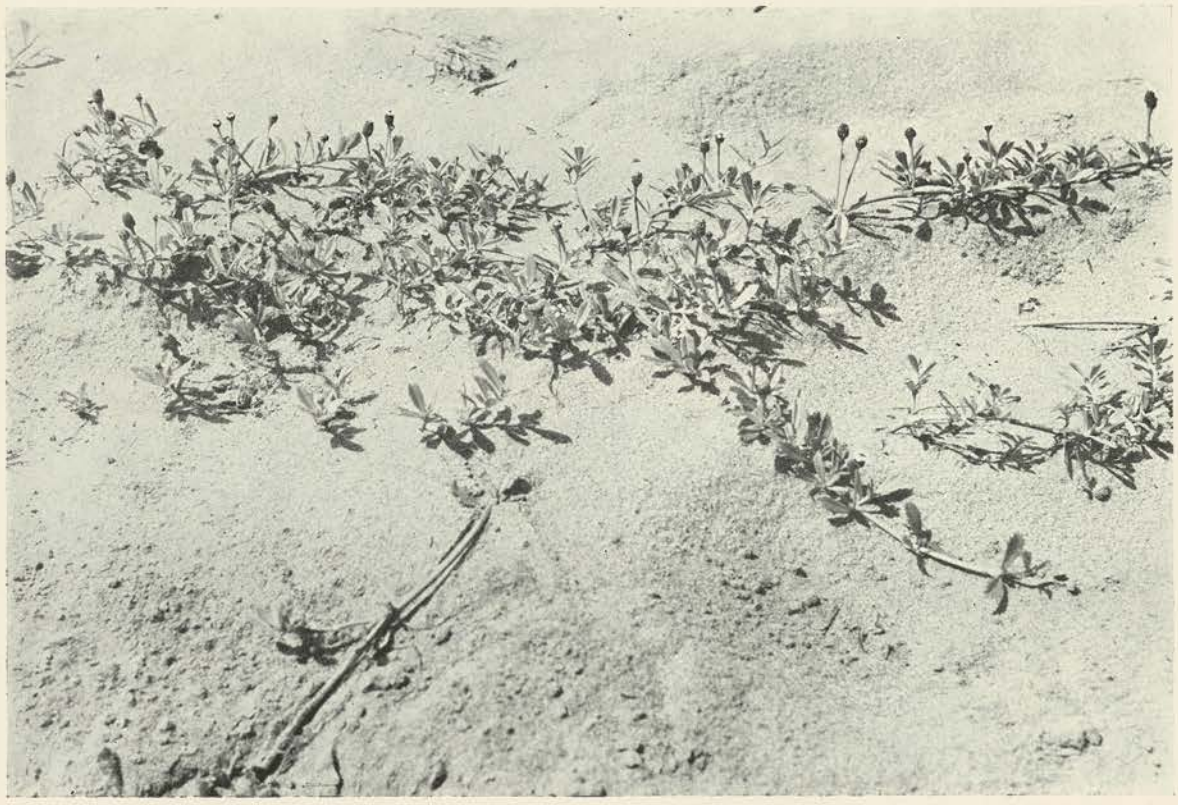
XXVII—2 — Frente de manglar de **Rhizophora brevistyla** en la costa del Pacífico. *(Foto Cuatrecasas C-2191).*



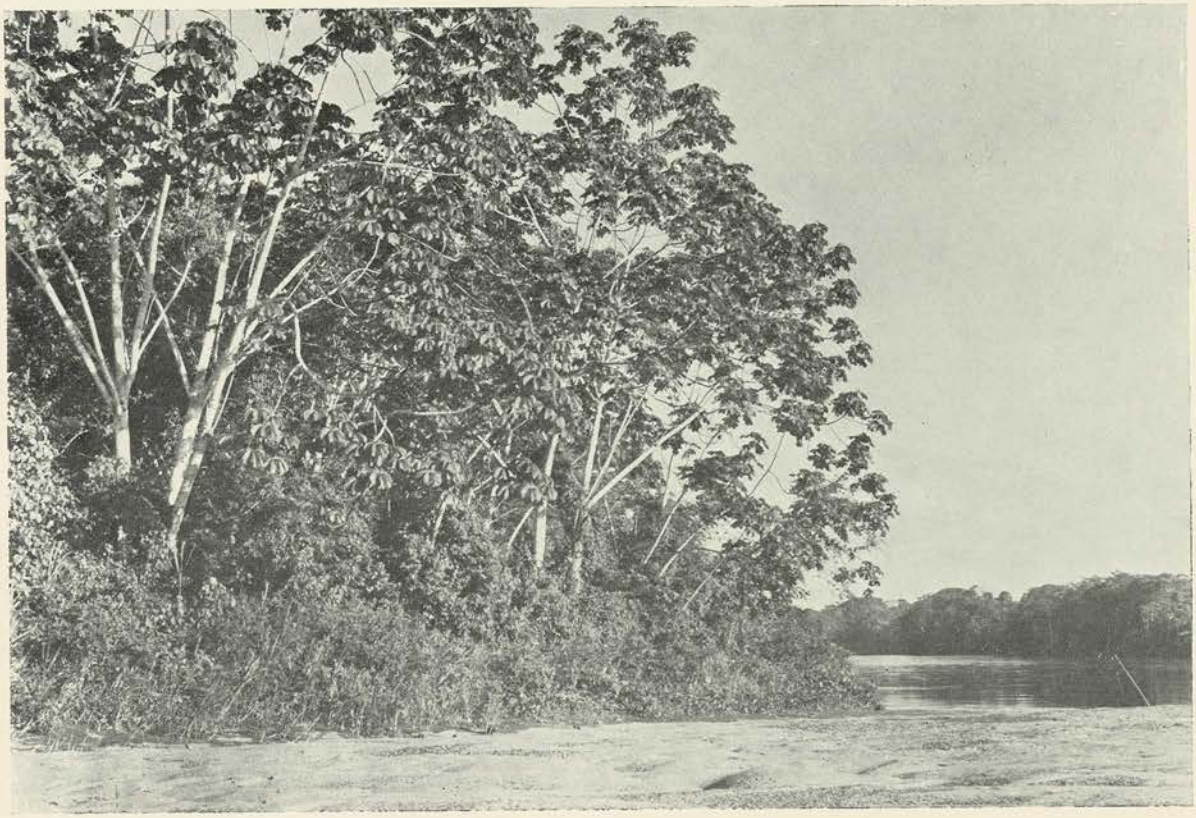
XXVIII—Playa en el río Meta. Labor pionera y fijadora del arenal por el pajonal de **Imperata contracta** y por **Tessaria integrifolia.** *(Foto Cuatrecasas C-1284).*



XXIX—1 — Playa en la isla del Guayabal (costa del Pacífico). Gramíneas fijadoras de la playa: **Cenchrus pauciflorus** y **Homolepis aturensis.** Pequeños pimpollos de guanabanillo **(Anona glabra).** Además esparcidos, **Carex** sp., **Borreria ocymoides, Desmodium triflorum** y **Phyla nodiflora.** *(Foto Cuatrecasas C-2207).*



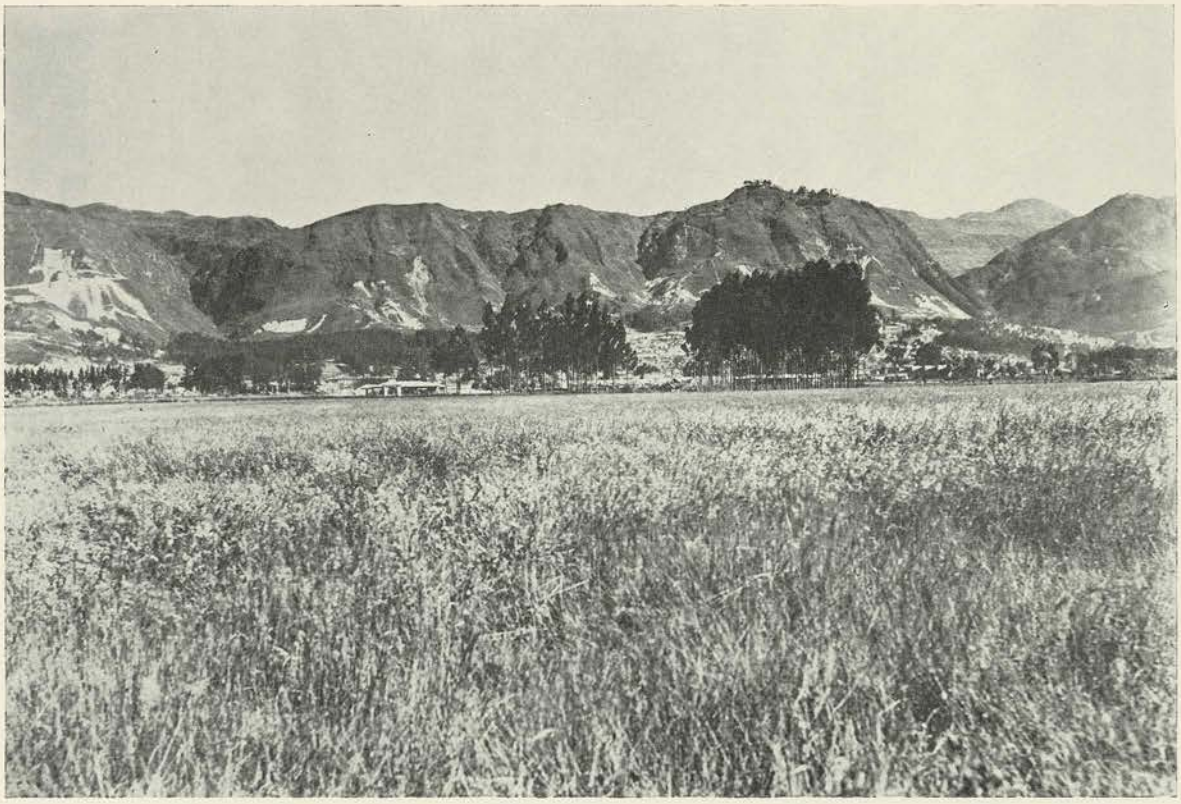
XXIX—2 — Playa en la isla del Guayabal (costa del Pacífico), **Phyla nodiflora,** fijadora de arenales. *(Foto Cuatrecasas C-2206).*



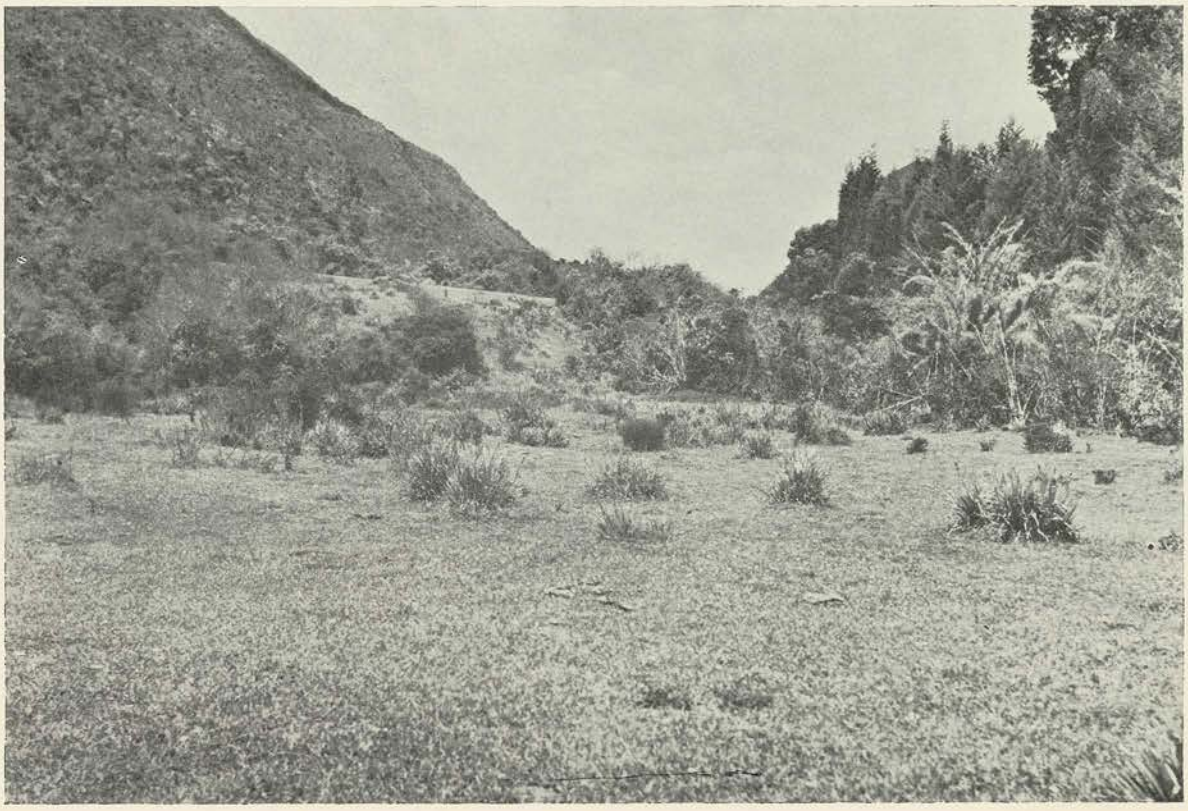
XXX—1—Orillas del río Sucumbíos (Putumayo). Formación de **Cecropia pacis** (guarumo) precedida por matorral de **Zygia** sp. y por **Gynerium sagittatum.** *(Foto Cuatrecasas C-1763).*



XXX—2 — Isla de arena y cantos rodados del río Sucumbíos, desnuda y con solo arbolitos aplanados, e inclinados por la corriente, de **Calliandra angustifolia** ("chíparo"). *(Foto Cuatrecasas C-1766).*



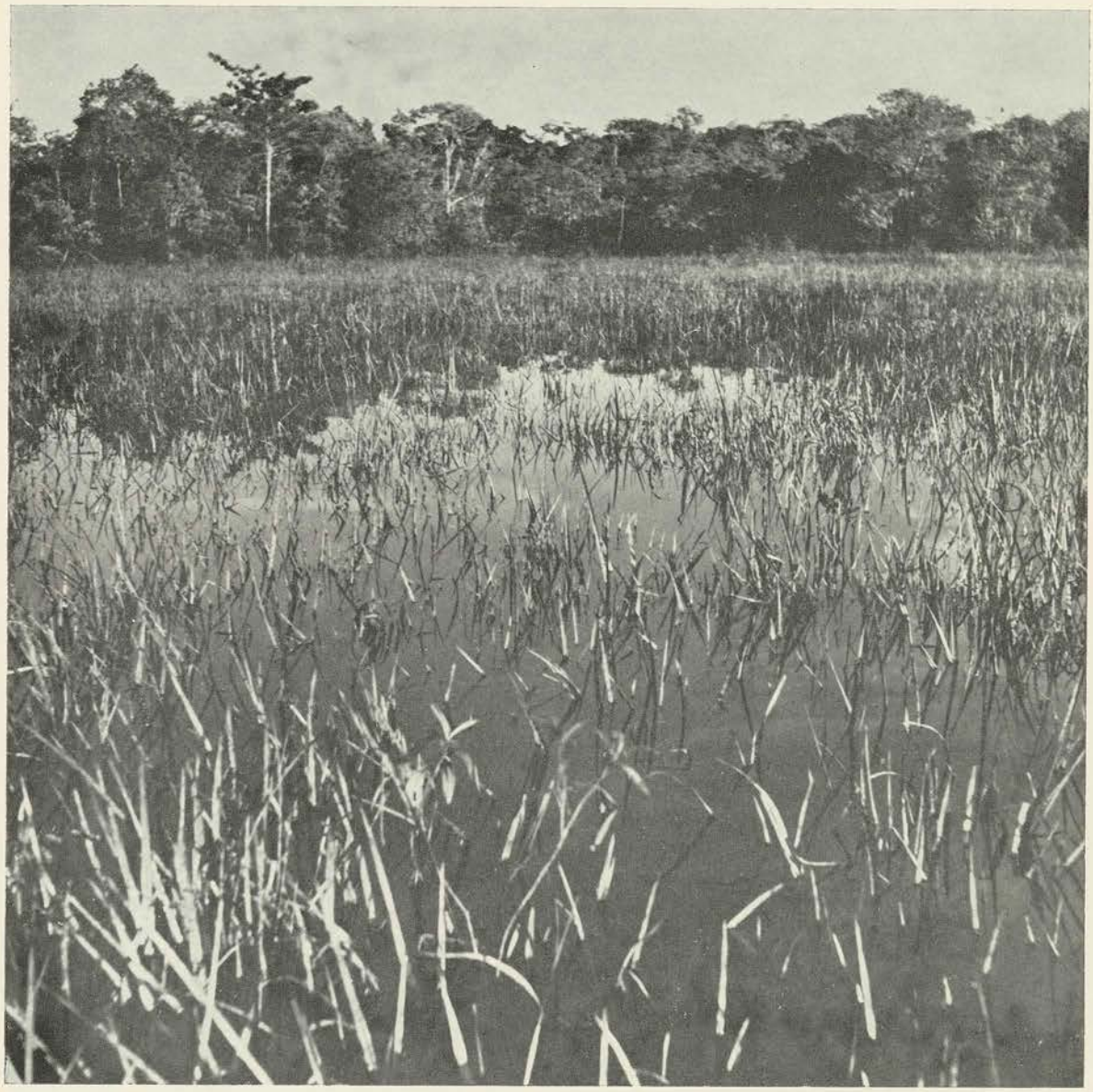
XXXI—1 — Sabana de Bogotá, prados en los terrenos actualmente ocupados por la Ciudad Universitaria, dominados por **Holcus lanatus, Anthoxantum odoratum** y **Agrostis palustris.** *(Foto Cuatrecasas C-1373).*



XXXI—2 — Quebrada de San Cristóbal, arriba de Bogotá, 2.950 m. alt., Prado de Lachemilletum entre matorrales subparameros resultantes de la destrucción del bosque andino. Véase págs. 259-260. *(Foto Cuatrecasas C-1599).*



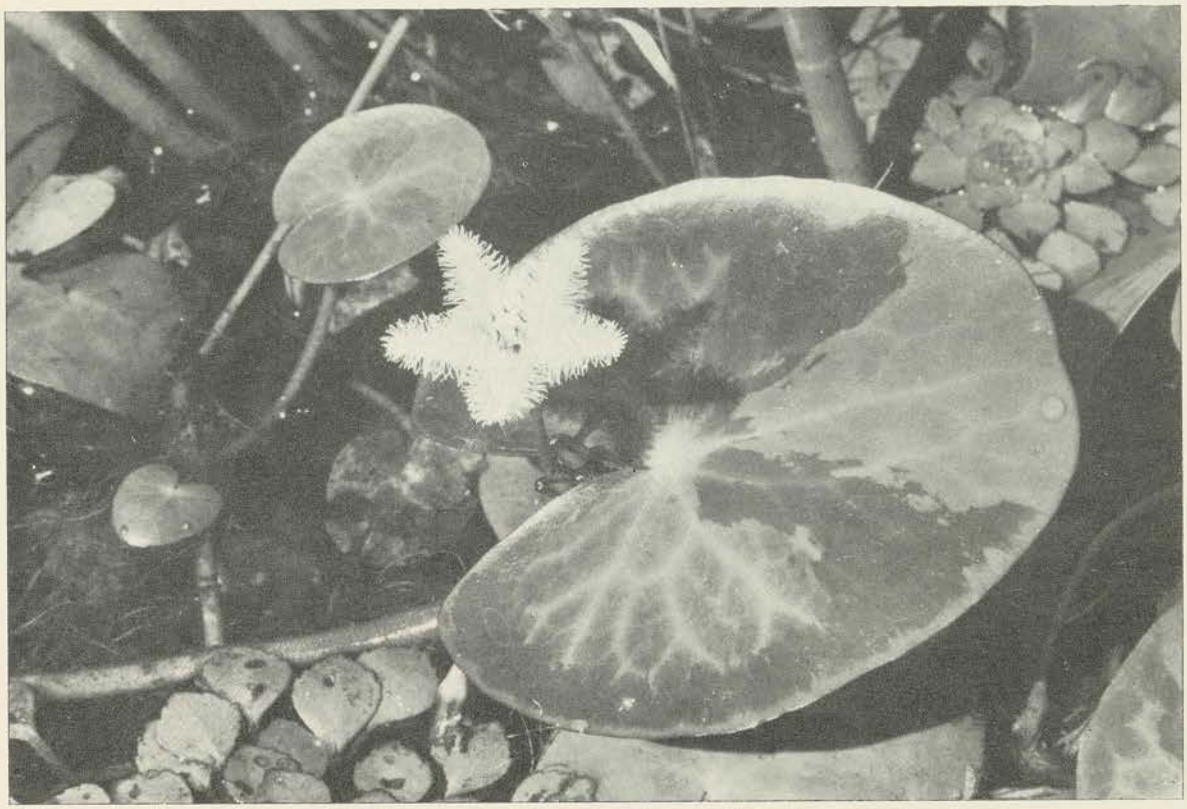
XXXII—Asociación hidrófila flotante de **Pistia stratiotes,** cerca de Guadalupe (Huila), 1.000 m. alt. *(Foto Cuatrecasas 1-154).*



XXXIII—Vaupés: Laguna de Urania hacia Mitú, con pajonal inundado de la "cortadera" **Lagenocarpus guianensis.** *(Foto Cuatrecasas 1-66).*



XXXIV—1 — Valle del Cauca. Pantanos con densa vegetación flotante de **Eichornia crassipes.** Márgenes con hileras de cachimbos, **Erythrina poeppigiana.** *(Foto Cuatrecasas C-1437).*



XXXIV—2 — Valle del Cauca. **Nymphaea goudotiana,** flor de **Limnanthemum humboldtianum, Trapa natans, Cabomba aquatica, Eleocharis interstincta.** *(Foto Cuatrecasas C-2375).*



XXXV—Extremo norte de la laguna La Cocha (Nariño) vegetación anfibia de **Juncus bogotensis** (totoral), ± 2.710 m. alt. *(Foto Cuatrecasas 1-731).*

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):182-201, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.571

La riqueza de la flora colombiana

Richard Evans Schultes

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1951, 9 (30): 230-242.



Richard Evans Schultes (1915-2001)

Llegado a la botánica a través de Richard Spruce, materializó sus sueños con el apoyo del orquideólogo Oakes Ames, quien le acercó a las plantas sagradas de los indígenas. Visitó profusamente (1941-1953) la Amazonía colombiana y entabló una sólida colaboración con el Instituto de Ciencias (UN) y sus botánicos. Realizó importantes recolecciones e investigaciones sobre varios géneros de plantas útiles y medicinales (caucho, curare, yoco, yajé), y, además, describió numerosas especies nuevas. Se amoldó a la realidad académica de Colombia, participó en ella y en 1953 recibió la distinción de Profesor Honorario de la Universidad Nacional. Logró conocer en detalle muchas de las plantas mágicas de las comunidades indígenas amazónicas de Colombia y, en cierto modo, sentó las bases de la moderna etnobotánica. Publicó obras importantes en este campo y se esforzó por mostrar la maravillosa diversidad biológica y etnográfica de la Amazonía colombiana, a la vez que alertaba sobre el riesgo de transformar y perder este patrimonio.

Richard Evans Schultes se nos presenta como un testigo externo y cualificado para hablar de la riqueza de la flora colombiana. En un análisis cuidadoso recorre la historia botánica de Colombia y hace énfasis sobre la escasez de estudios sistemáticos publicados hasta la primera mitad del siglo XX. Muestra con gran nitidez este período crítico en el que se fundaron herbarios, institutos y revistas en favor de la institucionalización de la botánica y de la academia en Colombia, logros asociados a protagonistas como Pérez Arbeláez, Cuatrecasas, Alvarez Lleras y Dugand. También dio cuenta del desarrollo del Herbario Nacional y se preguntó por el número de especies que realmente componen la Flora de Colombia. Para Schultes, Colombia posee la flora más diversa del Neotrópico y la mayor variedad de biomas y dio sólidos argumentos al respecto. Sin descuidar a Mutis y a Triana se centró en el período floreciente que él mejor conoció, al detallar familias y géneros que habían sido estudiados por los diferentes especialistas (compuestas, gramíneas, leguminosas, otras) y se refirió al incremento de especies según intervalos de años. También cotejó el trabajo de Martius y de Spruce con el de sus recientes exploraciones en la Amazonía colombiana. Acudió, asimismo, a la opinión experta de colegas como Cuatrecasas, Dugand y Standley, y con pulcritud matemática, comparó cifras de pliegos, especies, tiempos y áreas, para sustentar su propia estimación de las especies de fanerógamas que crecen en Colombia que el cifra en 50.000 taxones. Concluye su escrito al citar de nuevo a Spruce y trata de estimular la exploración y estudio de las selvas colombianas. Schultes dedica este brillante trabajo "*al éxito del III Congreso Sudamericano de Botánica que tendrá lugar en Bogotá en el año 1953*", que con esmero preparaba E. Pérez Arbeláez y que fuera inexplicablemente suspendido por motivos aparentemente políticos.

José Luis Fernández Alonso, Ph. D.
Real Jardín Botánico - CSIC
Miembro Correspondiente

patavina. 2. RUTA foliis ternatis ſeſſilibus.
PſeudoRuta patavina trifolia, floribus luteis umbellatis. *Mich. gen.* 22. *t.* 19.
Habitat prope Patavium.

linifolia. 3. RUTA foliis ſimplicibus indiviſis.
Ruta foliis ſimplicibus ſolitariis. *Hort. cliff.* 146.
Ruta ſylveſtris linifolia hiſpanica. *Bocc. muſ.* 2. *p.* 82. *t.* 73. *Barr. ic.* 1186.
β. Ruta montana, foliis integris ſubrotundis. *Buxb. cent.* 2. *p.* 30. *t.* 28. *f.* 2.
γ. Ruta orientalis, linariæ folio, flore parvo. *Tournef. cor.* 19. *Buxb. cent.* 2. *p.* 30. *t.* 28. *f.* 1.
Habitat in Hiſpania; β. *in* Rodaſtro; γ. *in* Media. ♃

TOLUIFERA.

Balſamum. 1. TOLUIFERA. *Mat. med.* 201.
Balſamum Tolutanum, foliis ceratiæ ſimilibus. *Bauh. pin.* 401.
Habitat in America *prope* Carthagenam. ♄

HÆMATOXYLUM

Campechianum. 1. HÆMATOXYLUM. *Hort. cliff.* 160. *Roy. lugdb.* 465.
Lignum campechianum; ſpecies quædam. *Sloan. jam.* 213. *hiſt.* 2. *p.* 183. *t.* 10 *f* 1. 2. 3. 4. *Catesb. car.* 3. *p.* 66. *t.* 66.
Habitat in Campeche Americes. ♄

ADENANTHERA.

pavonina. 1. ADENANTHERA foliis decompoſitis. *Roy. lugdb* 462. *Vir. cliff.* 36. *Fl. zeyl.* 160. *
Pouciana foliis duplicato-pinnatis: foliolis alternis. *Hort. cliff.* 158.
Mandſiadi. *Rheed. mal.* 6. *p.* 25. *t.* 14.
Habitat in India. ♄

MELIA.

Azedarach 1. MELIA foliis bipinnatis. *Fl. zeyl.* 162.
Melia foliis decompoſitis. *Hort. cliff.* 161. *Roy. lugdb.* 462.
Azedarach. *Dod. pempt.* 848.
Arbor fraxini folio, flore cæruleo. *Bauh. pin.* 415.
Pſeudo-Sycomorus. *Cam. epit.* 181.
β. Aze

La primera planta colombiana tratada en el sistema binomial de nomenclatura botánica fue el famoso bálsamo del Tolú. Esta especie fue bautizada por el fundador de la botánica moderna, Carlos Linneo, en el primer tomo de su obra "Species Plantarum" de 1753, a base de material originario de la costa atlántica de Colombia, no lejos de Cartagena.

LA RIQUEZA DE LA FLORA COLOMBIANA

RICHARD EVANS SCHULTES [1]

"La flora de un país, y especialmente tan extenso y rico como Colombia, no puede ser obra de un hombre ni de un sabio, sino de una generación de sabios y exploradores". (Santiago Cortés: prólogo de la "Flora de Colombia").

Dedico este artículo al éxito del III Congreso Sudamericano de Botánica que tendrá lugar en Bogotá en el año de 1953.

Probablemente son muy pocos los colombianos y los extranjeros residentes en este país que se dan cuenta cabal de la inmensa riqueza y variedad de la flora de Colombia. Esta riqueza es tan asombrosa que se manifiesta claramente ante cualquier observador a primera vista; pero ocurre que raras veces damos importancia a lo que nos rodea, aunque sean maravillas, porque ya estamos acostumbrados a verlas a diario y las tenemos por cosa común y ordinaria.

Aunque Colombia goza de una tradición botánica antigua, que arranca desde los días de Mutis, Valenzuela y Caldas —contemporáneos de la fecunda época linneana en la que se fundó la botánica sistemática moderna— y a pesar de que muchos y renombrados naturalistas (Jacquin, Humboldt, von Martius, Goudot, Triana, Karsten, Linden, André, Lehmann, Purdie y muchos otros) engrandecieron la historia botánica del país, podemos decir que ha sido solamente en los últimos doce años cuando el estudio serio y sistemático de la flora colombiana ha tenido mayor impulso por parte de botánicos colombianos. En la actualidad asistimos a un nuevo y feliz renacimiento de la ciencia botánica en Colombia y se halla en plena marcha el arduo y dilatado trabajo de inventariar la flora de la República y de estudiarla en sus relaciones ecológicas y fitogeográficas.

Esta actividad tan especializada no es cosa espontánea ni superficial sino el resultado de hechos bien meditados y dirigidos por las esferas científicas del país. El período moderno de que estamos tratando comenzó, se puede decir, con la celebración del segundo centenario de Mutis en 1932. En aquel año vino a Colombia, invitado por el gobierno de este país, el doctor José Cuatrecasas, del Jardín Botánico de Madrid, quien realizó excursiones en varias partes del territorio colombiano, recolectando centenares de ejemplares de plantas. Con la publicación en España de los resultados de sus colecciones y estudios, Cuatrecasas dejó en su "Observaciones Geobotánicas en Colombia" un impulso de inestimable valor para futuras investigaciones fundamentales. Vino otra vez el doctor Cuatrecasas en el año de 1939 para establecerse en Colombia. Durante el mismo período se fundó la lujosa *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales,* publicación en que han aparecido numerosos y valiosos trabajos sobre cuestiones botánicas colombianas. Esta revista, colocada en un nivel científico muy alto por su antiguo director, el doctor Jorge Alvarez Lleras, expresidente de la Academia Colombiana de Ciencias, ha llevado al mundo entero el producto de las labores científicas colombianas en forma digna de su seriedad y de su importancia. Muchas son las nuevas especies de plantas que se han descrito en sus páginas.

En el año de 1938, con ocasión del cuarto Centenario de Bogotá —y gracias a los meritorios esfuerzos del doctor Enrique Pérez Arbeláez— se fundó el Instituto Botánico, que hoy se denomina Instituto de Ciencias Naturales porque comprende también otras ramas de investigación, fuera de la botánica. Este importante centro científico pertenece a la Universidad Nacional y contó hasta hace poco con la ayuda del Ministerio de Agricultura. El Instituto encabeza casi todas las investigaciones botánicas y zoológicas que se desarrollan hoy en Colombia. El corazón de su Sección de Botánica es el Herbario Nacional Colombiano, el cual, aunque existía antes de fundarse el Instituto, sólo fue en 1940 cuando se le dio una orientación moderna y una organización verdaderamente sistemática. Fue entonces cuando botánicos colombianos iniciaron publicaciones científicas, basadas en estudios originales hechos en dicho herbario. Desde su iniciación hasta el presente, cuenta el Herbario Nacional con la colaboración del señor Hernando García-Barriga, uno de los más activos coleccionadores de plantas y estudiante de la flora medicinal y forrajera de Colombia.

La influencia que el Instituto de Ciencias Naturales ejerce en la orientación de nuestros estudios y el aumento de nuestros conocimientos sobre la fauna y la flora de Colombia es decisiva; y su importancia en el desarrollo de la investigación botánica y zoológica en el país es realmente trascendental.

El profesor Armando Dugand, director del Instituto desde 1940, fundó hace diez años, y desde entonces la dirige y edita personalmente, la revista *Caldasia,* en honor de Francisco José de Caldas, el primer gran naturalista y físico colombiano (1771-1816). Esta revista, hoy en su quinto volumen, ha aparecido con regularidad —aún durante el difícil período de la guerra— y lleva al mundo

(1) Botanist, Bureau of Plant Industry, Soils, and Agricultural Engineering, Agricultural Research Administration, United States Departament of Agriculture; Research Fellow, Botanical Museum, Harvard University.

científico entero contribuciones muy valiosas para el mejor conocimiento de la flora y la fauna colombianas y de la región neotropical en general. En las páginas de *Caldasia* se han publicado ya las descripciones de cinco géneros y 350 especies y variedades de plantas que hasta entonces eran totalmente desconocidas para la ciencia; y además, se han dado informaciones técnicas de primera mano acerca de varios centenares de especies que sólo se conocían de manera muy superficial o de cuyos caracteres o distribución geográfica apenas se tenían nociones incompletas y en algunos casos erróneas.

El Herbario Nacional cuenta hoy con cerca de 35.000 ejemplares de plantas debidamente disecadas y clasificadas, incluyendo unos 1.250 tipos o isotipos taxonómicos, es decir, especímenes seleccionados en los cuales se basan descripciones técnicas de especies nuevas para la ciencia. Están representadas ya unas 10.300 especies diferentes de plantas de Colombia. La labor de aumentar y mejorar el Herbario Nacional sigue una marcha ascendente gracias al esfuerzo constante de todos los profesionales y funcionarios de la Sección de Botánica del Instituto y con la ayuda de varios científicos del exterior.

Hace unos siete años, preocupado el profesor Dugand por la falta de personal colombiano adecuadamente preparado para las labores de investigación de la flora de este país, y temeroso de que esa carencia pudiera algún día ser la causa de que se interrumpieran o suspendieran lamentablemente las labores del Instituto, bregó hasta obtener que la Universidad Nacional creara un curso especial de Botánica Sistemática destinado a la formación del personal idóneo que pudiera continuar con éxito esas labores en el futuro. Creado el curso, el profesor Dugand se hizo cargo de él como catedrático y hace cinco años tuvo la satisfacción de graduar a los primeros botánicos, varios de los cuales prestan ahora sus servicios muy eficaces al Instituto. Dos de éstos, los doctores Jesús M. Idrobo y Alvaro Fernández, inmediatamente después de graduarse obtuvieron beca de la Universidad Nacional para perfeccionar estudios en los Estados Unidos, donde permanecieron dos años.

El desarrollo del Instituto de Ciencias Naturales ha sido tánto, que el edificio que ocupa desde 1938 ha resultado por demás estrecho e inadecuado y ha sido necesario construír otro, mejor planeado y de mayor capacidad, cuya primera planta será terminada a mediados de 1951. Característica importante en el planeamiento de este nuevo hogar de la botánica colombiana es la previsión que se ha tenido para facilitar ensanches aún mayores en el futuro. Terminado, será uno de los mejores edificios para Ciencias Naturales en la América Latina.

Además de las actividades botánicas del Instituto de Ciencias Naturales, la Universidad Nacional fomenta investigaciones sobre la flora de Colombia en la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín. También existe un Herbario en esa Facultad, a cargo del botánico doctor Gabriel Gutiérrez, quien también se adiestró en el Instituto de Ciencias Naturales de Bogotá. Se hacen allá colecciones de plantas principalmente de las distintas regiones de Antioquia. El doctor Carlos Madrid, actual Decano de la Facultad, se ha mostrado muy interesado en adelantar todas las ramas de la botánica. En la *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía,* se han publicado varios interesantes artículos de índole especialmente de botánica económica y, con el ensanche del edificio de la Escuela de Biología Vegetal, hay toda probabilidad de que se incrementen las investigaciones que se realizan allá sobre la flora.

Durante varios años en el decenio pasado, el Departamento de Agricultura del Valle del Cauca tenía una Comisión de Botánica muy activa. Sus principales promotores eran el doctor Ciro Molina Garcés y sus colegas. El doctor Cuatrecasas se encargó entonces de coleccionar intensivamente en el Departamento del Valle, especialmente en la región de la Costa del Pacífico y formó un Herbario importante en la Escuela de Agronomía de Cali (que funciona hoy en Palmira y depende de la Universidad Nacional).

Durante la guerra pasada permanecieron largo tiempo en Colombia varios botánicos e ingenieros forestales norteamericanos desempeñando comisiones oficiales dedicadas a conseguir productos vegetales necesarios para el esfuerzo bélico, tales como la quina, el caucho y el barbasco. Muchos de estos científicos hicieron colecciones de la flora en general en varias partes del territorio colombiano, las cuales se están incorporando poco a poco al Herbario Nacional a medida que van siendo estudiadas críticamente por especialistas. Además, algunos de aquellos investigadores extranjeros se han interesado de manera particular y activa en la vegetación de Colombia y siguen desarrollando su especialidad en este campo, lo cual constituya una herencia sumamente afortunada de aquellos días de confusión de la guerra.

Con actividades tan vigorosas encaminadas a adelantar el estudio de la flora del país, es claro que cada día son más y más las personas que sienten interés creciente por conocer lo que posee Colombia en cuanto a riquezas vegetales. ¿A qué número alcanzará el inventario de las especies de plantas que crecen dentro de los límites del país? Para saberlo hay que hacer el censo de la flora, trabajo que solamente se puede llevar a cabo con garantía de buen éxito si de él se hace cargo un cuerpo de especialistas bien preparados que se dediquen con ahinco y perseverancia al estudio de la vegetación durante muchos años, efectuando exploraciones dilatadas a distintas regiones del país y haciendo estudios minuciosos de los ejemplares y datos que se recojan en esas exploraciones.

Colombia, en mi concepto, posee la flora más rica de todo el Nuevo Mundo, tanto por el número de especies como por la diversidad de ecología; y no me sorprendería de ningún modo que tuviera mayor número de plantas fanerógamas en relación a su superficie que cualquier otro país del mundo. Naturalmente es imposible calcular todavía con exactitud el número total de especies que existen en el territorio colombiano, pero todos los botánicos colombianos y extranjeros que han venido trabajando por varios años en el estudio de la flora de este país, sienten tarde o temprano la tentación de arriesgar un concepto en este sentido. Yo creo que no es aventurado hacerlo. Con la experiencia que resulta de toda una vida de estudios íntimos de las diversas vegetaciones, el botánico adquiere cierto conocimiento intuitivo de lo que pueden ser la composición y la riqueza de una flora que se está estudiando. La combinación de la experiencia propia con la que otros colegas han adquirido, añadiendo lo que se conoce acerca de la composición de la flora de otros países mejor estudiados botánicamente, permitirán emitir un concepto con bases bastante firmes.

En Madrid se conservan los preciosos e incomparables dibujos de la famosa "Expedición Botánica al Nuevo Reino de Granada" que funcionó en este país en el período de 1783 a 1810, dirigida por el ilustre sabio José Celestino Mutis hasta su muerte (1808) y después por su sobrino, Sinforoso Mutis. Aunque la "Expedición Botánica" se limitó casi exclusivamente a las partes andinas e interandinas centrales de lo que es hoy la República de Colombia, la colección iconográfica comprende unas 6.900 láminas que representan cerca de 2.800 especies distintas. Verdaderamente hay que reconocer que semejante labor pictórica, realizada hace ya más de un siglo y medio con un objeto esencialmente científico, no tiene par en el mundo. La minuciosidad de los detalles en cada dibujo y la perfección de sus colores arrancaron el elogio de hombres de ciencia tan célebres como el Barón de Humboldt. Como bien lo dice el profesor Armando Dugand, las láminas de la Expedición Botánica son "una maravilla artística dentro de la Botánica y una maravilla botánica dentro del Arte".

En el *"Prodromus Florae Novo-Granatensis"*, publicado a mediados del siglo pasado, el insigne botánico colombiano José Jerónimo Triana y el francés J. E. Planchon, enumeraron detalladamente unas 1.025 especies y muchas variedades de plantas colombianas; pero aún el área geográfica abarcada por este estudio es muy reducida en relación con la superficie total del país. El herbario que Triana coleccionó en Colombia de 1851 a 1856 alcanzó a unos 4.000 ejemplares, y como la mayoría de ellos representa una sola especie, puede decirse que en ese herbario están representadas unas 3.000 especies diferentes. El Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional ha puesto uno de sus mayores cuidados en este histórico herbario y con mucha paciencia ha logrado salvar de la total destrucción una buena parte de los 3.960 ejemplares que Triana entregó por inventario al gobierno de la Nueva Granada en julio de 1856, y que rodaron de desván en desván y aún en sótanos húmedos sin protección alguna durante ochenta años. Es lamentable que numerosos ejemplares del mayor interés científico —por ser isotipos de especies descritas por Triana y Planchon o por otros botánicos de fama mundial— se perdieron por completo durante ese tiempo por la acción funesta de los insectos, debido al total abandono en que se les tuvo.

Otra obra de índole florística relacionada con Colombia fue la que apareció a fines del siglo pasado con el nombre de *"Flora de Colombia"*, por Santiago Cortés, y de la cual hay una segunda edición publicada en el segundo decenio del siglo en curso. Aunque no se trata de un estudio sistemático de la flora de Colombia, sino más bien de una recopilación de datos diversos, hecha muchas veces sin discriminación crítica, esta obrita sencilla y elemental sirvió para enfocar aún más la atención de los colombianos hacia la riqueza del reino vegetal en su territorio, particularmente en lo que se refiere a las propiedades medicinales, aromáticas, tintóreas, etc., de las plantas. Dice Cortés en el prólogo de su libro que "en (su) obra extensa se hallan las 10.000 especies descritas..." pero lo cierto es que en su *"Flora de Colombia"* se mencionan en forma muy abreviada un número muchísimo menor de plantas.

Desde el *"Prodromus Florae Novo-Granatensis"* de Triana y Planchon (1862) para acá no ha aparecido un solo libro dedicado a catalogar en forma de inventario sistemático la composición de la cubierta vegetal del país. Esto se debe sin duda alguna a que cada día viene siendo más claro a los botánicos el hecho de que la flora de Colombia es algo tan abundante y complejo que sólo después de mucho trabajo podrá realizarse un censo aún parcial de las vastas y diferentísimas extensiones geográficas de este país, el cual sin duda alguna es el más estratégicamente situado respecto de la flora de todo el continente americano. Con todo, especialistas en varias familias de plantas han tratado en recientes años de presentar monografías que comprenden inventarios bastante exactos y minuciosos de ciertos grupos vegetales colombianos importantes. Estas obras sirven para poder comparar el número de especies colombianas con el número de especies de la misma familia que existen en otros países de condiciones geográficas semejantes. Un ejemplo: el doctor Paul C. Standley, del Chicago Natural History Museum, publicó varias obras sobre una familia de plantas en la que él se especializó —las Rubiáceas (a la que pertenecen el cafeto y el árbol de quina)—. En su *"The Rubiaceae of Colombia"* dice el doctor Standley que estas plantas están "excepcionalmente bien representadas" en

Colombia, con "un mayor número de especies quizás que cualquier otro país de las Américas con la sola excepción del Brasil". En dicha obra, publicada hace ya veintiún años, el doctor Standley preveé que nuevas exploraciones aumentarán en forma apreciable el inventario colombiano de la familia y así precisamente ha sucedido. Standley enumeró 456 especies en el año de 1930 y yo no tengo la menor duda de que hoy podríamos contar con unas 550. El doctor Henri Pittier y sus colegas han enumerado en su *"Catálogo de la Flora Venezolana"* casi 500 especies y variedades de Rubiáceas en aquel país, y es indudable que la flora de Colombia es más rica y variada que la de Venezuela.

Otro ejemplo: Colombia es muy rica en especies de Pasifloráceas (a la que pertenecen la curuba, la badea, la granadilla). En el año de 1873 Triana y Planchon enumeraron unas 66 especies. Sesenta años más tarde, en 1938, el doctor Ellsworth P. Killip señaló en Colombia 104 especies y variedades en su *"American Passifloraceae"*. Del Perú se conocen 68 y de Venezuela 43. Como en las Américas hay 355 especies, se ve que Colombia, centro de diversificación de esta familia, cuenta con poco menos del 30% del número total de especies en el Nuevo Mundo.

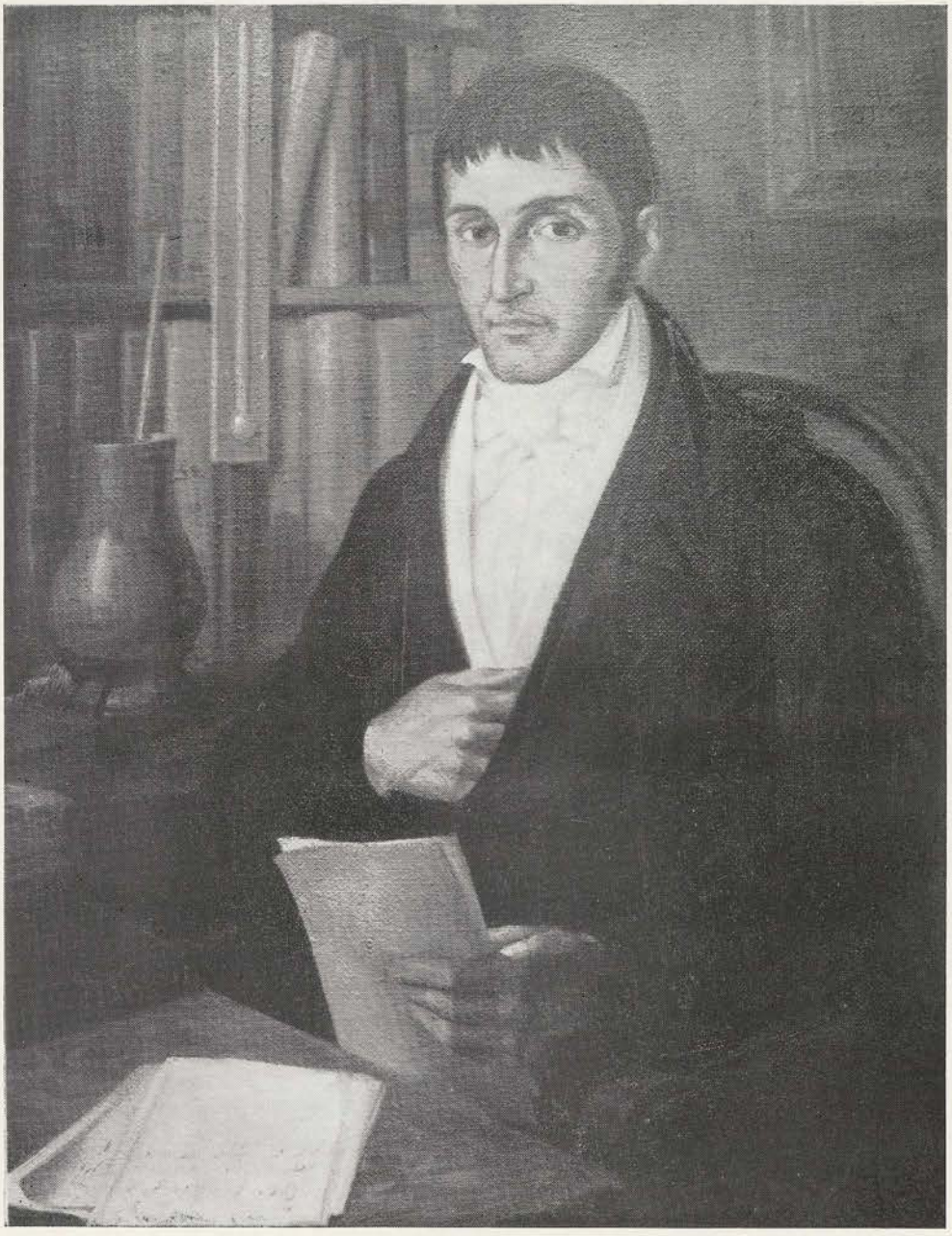
Hay algunas familias de plantas sumamente bien representadas en Colombia, y, aunque muchas veces no puede hacerse un cálculo exacto del número de especies que las componen, debemos llamar la atención hacia la muy notable diversidad con que se presentan en la flora. Por ejemplo, las Compuestas (a la que pertenecen el girasol y los frailejones) son extremadamente numerosas en todo el país, sobre todo en las faldas de los Andes. Muchas son las especies de Leguminosas (familia del fríjol, el guamo, el guandú, los búcaros o chochos) especialmente en las inmensas selvas de la Costa del Pacífico, del Chocó; y las que bordean los grandes ríos que van hacia el Orinoco y el Amazonas, lo mismo que en los bosques semiáridos de la Costa del Caribe. Un botánico brasileño de renombre mundial como especialista en la flora amazónica, el doctor Adolfo Ducke, señala 867 especies de Leguminosas —la mayoría árboles de gran porte— para la Amazonía del Brasil *(As Leguminosas da Amazônia Brasileira,* 2ª edición revisada y aumentada, diciembre de 1949, p. 14) y es perfectamente seguro que una proporción muy considerable de este número se encuentra también en la adyacente Amazonía Colombiana, no sólo por el mero hecho de la proximidad territorial sino porque se sabe que las leguminosas van aumentando en número de especies a medida que se va desde el oriente hacia el occidente en el valle amazónico.

Colombia es mundialmente conocida como "País de las Orquídeas" y en realidad lo es, aunque todavía está por iniciarse el estudio general y sistemático de las orquídeas colombianas. el doctor Charles Schweinfurth, de la Univesridad de Harvard, me escribe que el orquidiólogo alemán, Rudolf Schlechter, señaló para Colombia 1.293 especies de esta familia y para el Perú 838 en los primeros años del siglo actual. Schweinfurth, que está preparando una obra sobre las orquídeas del Perú, reconoce más de 925 especies en aquel país, lo cual representa un aumento apreciable. Acerca de las orquídeas de Colombia me dice: "Yo creo que Colombia tendrá un número muy superior, por el hecho de que posee muchas especies de la América Central". De Costa Rica, tan pequeña con relación a Colombia, se conocen nada menos que 950 especies.

Podríamos seguir enumerando otras familias abundantes, tales como las Gramíneas, a la que pertenecen las gramas, pastos, gramalotes, como el kikuyo, yaraguá, paja de guinea, etc., pero nos contentamos con los ejemplos ya citados.

Tienen interés para nuestro tema no sólo las familias muy abundantes en número de especies, sino también los grupos de plantas más pequeños; que no por lo pequeños dejan de ser muy interesantes en el estudio de la flora. La riqueza de la flora colombiana se aprecia probablemente con claridad mucho mayor si pasamos revista al adelanto espectacular que nuestro conocimiento de ciertos grupos ha tenido durante los últimos diez o doce años apenas. Tal ha sido este progreso que hoy podemos darnos cuenta de que todas las nociones botánicas adquiridas en tiempos pasados en Colombia eran muy inadecuadas. Podemos ver también cómo los esfuerzos actuales y bien dirigidos de los botánicos, tanto colombianos como los extranjeros que se ocupan de la flora de Colombia, y las exploraciones metódicas que se han efectuado nos han proporcionado conceptos muy adelantados en la materia. Además, se puede prever con mayor probabilidad de acertar, lo que será eventualmente el inventario final de la flora de Colombia.

En el año de 1940, el profesor Armando Dugand publicó una lista preliminar de las palmas de Colombia, señalando aproximadamente 285 especies y variedades existentes en este país. Sabemos que este número ha aumentado considerablemente con las abundantes colecciones que se han hecho de 1940 hasta la fecha, pues desde entonces el profesor Dugand, y más recientemente el profesor L. H. Bailey de la Universidad de Cornell, no sólo han descrito varias especies y géneros nuevos de palmas colombianas sino que han señalado por primera vez en la flora de Colombia muchas especies que hasta ahora se creían exclusivamente pertenecientes a países vecinos. Vale la pena anotar que el profesor Dugand ha descrito recientemente, de la región de Bahía Solano, en la Costa del Pacífico, una hermosa palmita, la *Malortiea pumila,* que no sólo era especie desconocida para la ciencia sino que es nada menos que la palma más pequeña del mundo entero. Así, Colombia posee la palma más diminuta y también la palma más elevada del mundo. Esta última es la "palma de cera del Quindío" *(Cero-*



FRANCISCO JOSE DE CALDAS

(1771 — 1816)

Oleo de Miguel Díaz V., propiedad del Observatorio Astronómico Nacional.

Fotografía tomada por el Dr. H. García Barriga.

(Prohibida la reproducción).

xylon quindiuense) que fue recientemente escogida, a iniciativa del profesor Dugand, como árbol simbólico de Colombia.

¡Cuántas gratas sorpresas como ésta nos esperan ocultas en las selvas de Colombia! Con más de 300 especies de palmas ahora citadas en su flora, Colombia cuenta con una representación equivalente a la cuarta parte de las palmas conocidas en el Nuevo Mundo y como una duodécima de las del mundo entero.

Debido también a las investigaciones del profesor Dugand, el número de especies de *Ficus* (higueras silvestres) conocidas en Colombia, que era sólo de 34 en el año de 1941 cuando él comenzó a estudiar y clasificar los materiales de ese género acumulados en el Herbario Nacional Colombiano, ha aumentado durante los últimos diez años a más de 100. Esto representa un incremento del 300%, el cual es verdaderamente extraordinario aún teniendo en cuenta que la mayoría de los árboles de este género son tremendos gigantes de la selva y que por lo tanto es sumamente difícil coleccionar muestras de ellos. Se ha descubierto, cerca del Salto de Tequendama, una rara especie de *Ficus,* bautizada por Dugand con el nombre de *Ficus tequendamae.* Es un árbol de regulares dimensiones y cuyos frutos están cubiertos con una lana de color castaño rojizo, como el pelo de una ardilla, carácter éste de mucho interés en el género. Lo que resulta sorprendente en este caso es que muchos de los naturalistas que han visitado a Colombia —desde Humboldt y Bonpland hasta los de la actualidad— y aún los mismos colombianos como Mutis, Caldas y Triana, han hecho colecciones botánicas en la región del Tequendama y, sin embargo, no repararon en esta especie tan curiosa, siendo árbol corpulento. Así quedó sin describir hasta el año de 1942, cuando Dugand dio primera noticia técnica de ella en la revista *Caldasia.*

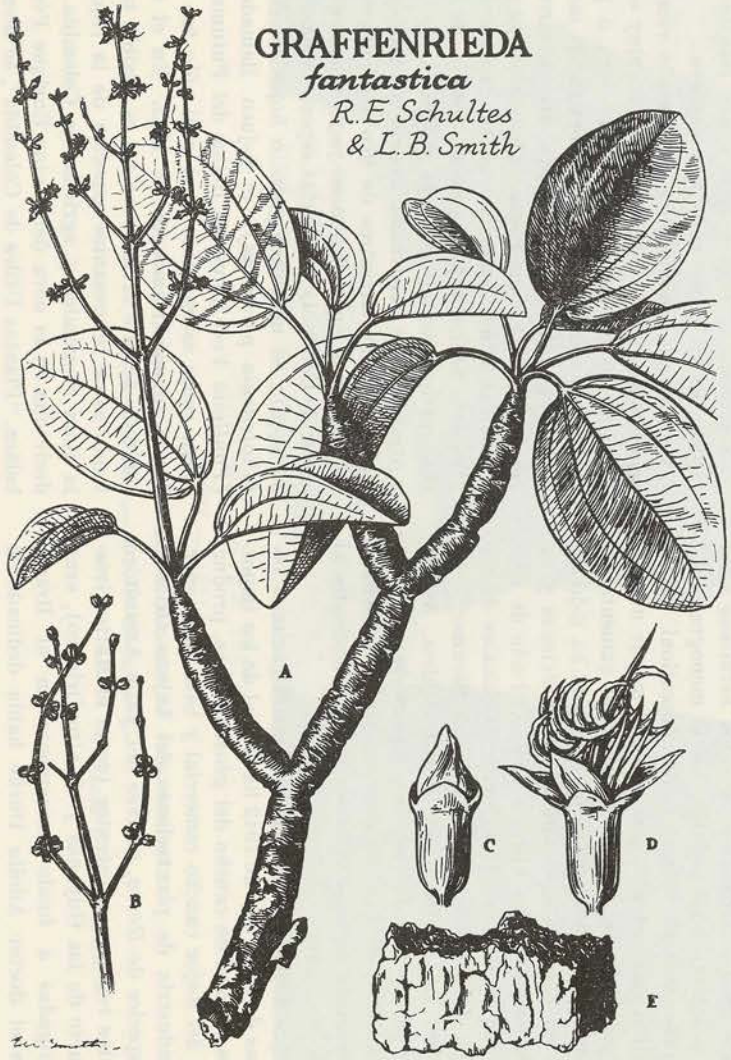
Si descubrimientos como éste se hacen en los alrededores de la capital de la República, ¡cuántas maravillas no hallaremos en regiones que todavía permanecen inexploradas o poco conocidas!

Podemos citar otro ejemplo de cómo el estudio intensivo y extensivo está aumentando con rapidez la lista de plantas colombianas: el caso de los "frailejones". Estas plantas tan curiosas crecen exclusivamente en los páramos de Venezuela, Colombia y Ecuador, y parece que su centro de diversificación es la Cordillera Oriental de Colombia. El doctor Cuatrecasas se dedicó en años recientes al estudio taxonómico de los frailejones, los cuales pertenecen al género botánico *Espeletia.* Aunque estas plantas habitan, en gran parte, en páramos que no se hallan lejos de las vías de comunicación o de algunos pueblos andinos y aún de ciudades populosas, podemos decir que ha sido solamente en los últimos diez o doce años cuando hemos logrado adquirir un conocimiento más preciso de este interesante grupo de plantas. Cuando el doctor Cuatrecasas comenzó sus trabajos sobre *Espeletia* sólo se conocían 12 especies colombianas: actualmente el inventario alcanza a no menos de 43 especies distintas en este país, con la posibilidad de que este número aumente cuando se realicen excursiones a páramos que todavía se hallan inexplorados. Esto representa, en el caso de una de las plantas más típicas de Colombia, un aumento del 350%. Según el doctor Cuatrecasas, la flora de Venezuela cuenta con 27 especies de *Espeletia.* El mismo investigador ha estudiado otros grupos de plantas colombianas: por ejemplo, antes se citaban de manera muy vaga unas 6 o 7 especies de *Cecropia* (yarumos o guarumos) de este país. Cuatrecasas hasta la fecha ha descrito 41 nuevas especies de este género y cuenta con algunas otras por describir. Ha descrito también 42 especies de la familia de las Araliáceas, número muy superior al conocido con anterioridad en este país. Triana y Planchon, en su trabajo sobre las Gutíferas, citaban 45 especies de esta familia (exceptuando *Vismia* y *Hypericum);* Cuatrecasas ha descrito 86 especies nuevas para la ciencia.

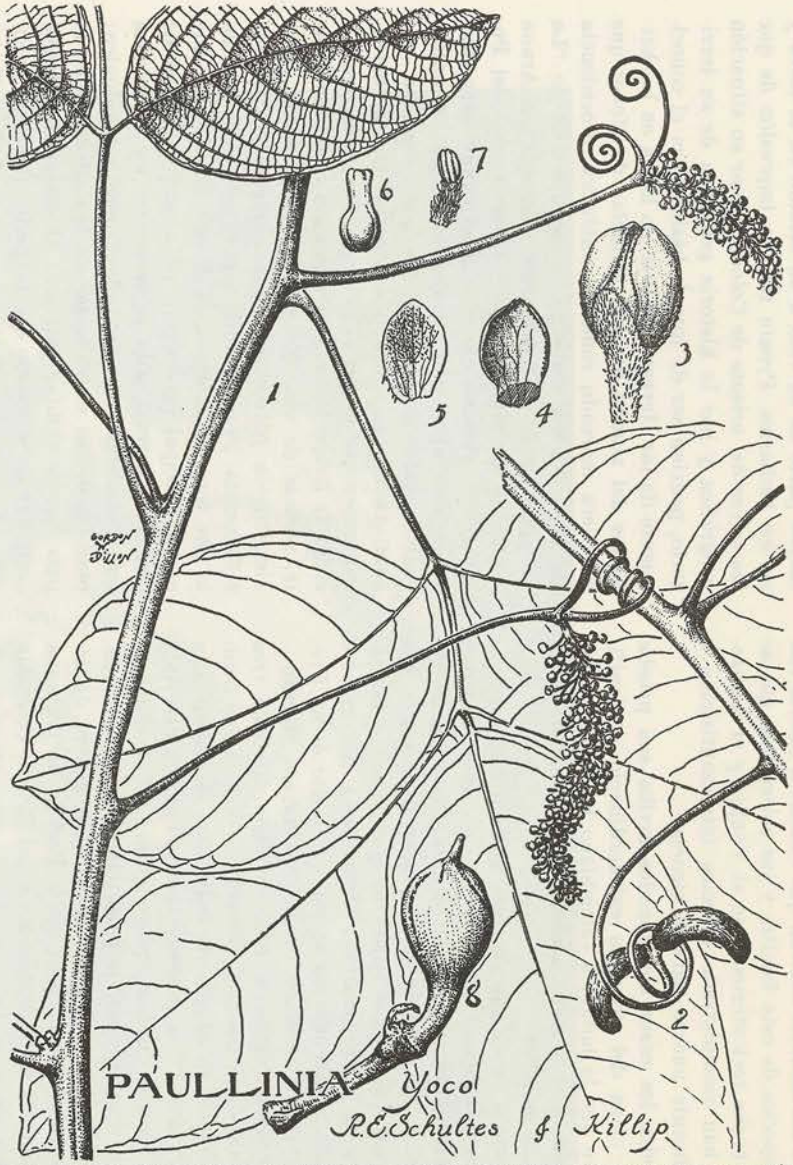
Los minuciosos estudios del padre Lorenzo Uribe en el género *Inga* y algunas cucurbitáceas de Colombia nos han demostrado que en estos dos grupos de plantas hay también novedades.

Recientemente, en las páginas de *Caldasia,* el doctor Lyman B. Smith y la doctora Bernice G. Schubert publicaron una monografía de las Begoniáceas que habitan en Colombia. Cuenta esta bella familia de plantas ornamentales con más de 64 especies y variedades en el país, lo cual significa un aumento muy apreciable en el número conocido de representantes colombianos. En el mundo entero se conocen unas 800 especies de Begoniáceas; de manera pues que la flora de Colombia posee aproximadamente el 8% del total mundial de estas plantas. Y con las nuevas colecciones que se están haciendo ha de aumentar esta cifra porque ahora está ingresando a los herbarios colombianos material nuevo de regiones poco o nada exploradas.

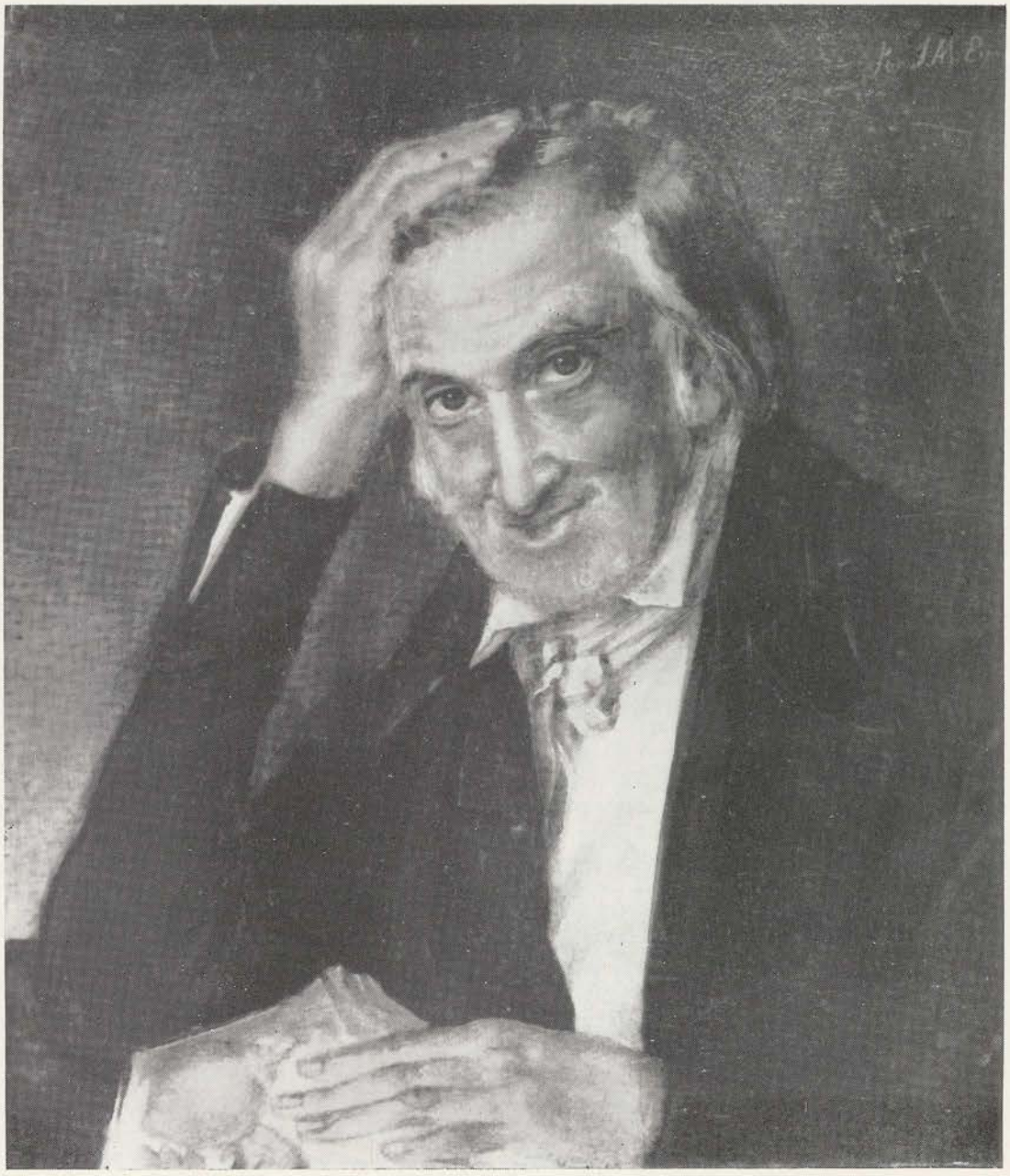
Una de las especialidades del doctor Jesús M. Idrobo, custodio jefe del Herbario Nacional Colombiano en el Instituto de Ciencias Naturales, es la familia de las Marantáceas —los bijaos— tan comunes en las selvas húmedas de los trópicos. Este es uno de los grupos vegetales que más necesitan de estudios taxonómicos minuciosos. Hay en el mundo unas 185 especies reconocidas de Marantáceas. La flora de Colombia, según el doctor Idrobo, contará probablemente con unas 60 a 70, incluyendo una docena de especies nuevas cuyas descripciones él va a publicar próximamente. Antes de empezar Idrobo sus colecciones de material para el estudio de esta familia, el Herbario Nacional Colombiano tenía solamente cinco especies, o sea menos del 10% del número de especies que se encuentran en el territorio nacional. El doctor Idrobo se ocupa también de la interesante familia de las Xiridáceas, de la cual sólo existía material representativo de una especie en el Herbario Nacional;



Dibujo de una de las muchas especies nuevas recientemente descubiertas en la curiosa y antigua vegetación de los cerritos areniscos aislados en el Vaupés, vestigios de un macizo cretácico que se extendió de Colombia hasta Venezuela y las Guayanas. Dibujado por el señor E. W. Smith y publicado con permiso del Museo Botánico de la Universidad de Harvard.



El yoco, liana de alto contenido de cafeína y empleado por siglos como estimulante muscular entre los indios del Putumayo, identificado botánicamente como especie nueva hace apenas ocho años. Dibujado por el señor G. W. Dillon y publicado con permiso del Museo Botánico de la Universidad de Harvard.



FRANCISCO JAVIER MATIZ

(1774 — 1851)

Miniatura en marfil de José María Espinosa, propiedad del Museo Nacional.

Fotografía tomada por el Dr. H. García Barriga.

(Prohibida la reproducción).

ahora los estudios indican que Colombia cuenta con 17 especies de esta familia y las colecciones que se han hecho recientemente en el Vaupés y el Amazonas han suministrado especies interesantísimas y totalmente nuevas para la ciencia.

Todos los casos mencionados arriba son prueba muy clara del progreso extraordinario y significativo que la botánica colombiana ha hecho en los últimos años y sigue haciendo para beneficio de la ciencia mundial.

Cuando en el año de 1941 empecé mis exploraciones y estudios de la vegetación de Colombia, especialmente en relación con la flora amazónica del país, me interesé en el género *Herrania,* o sea un grupo de cacaos silvestres muy afines a las especies de cacao común *(Theobroma).* El género, bautizado hace más de un siglo en honor de un Presidente de Colombia —Pedro Alcántara Herrán— fue conocido durante todo un siglo por sólo tres especies descritas de Colombia por el botánico francés Goudot en el año de 1844. Casi cien años más tarde, en 1941, el profesor García-Barriga describió dos especies nuevas procedentes del Putumayo. Ahora tengo preparada para publicar una monografía de *Herrania* y sabemos ya que este género, distribuído desde Costa Rica hasta Bolivia, la Guayana Británica y toda la Amazonía del Brasil, Colombia y Perú, tiene su mayor centro de diversificación en Colombia. Se reconocen en la actualidad 16 especies, de las cuales la flora de Colombia cuenta con 14; y de éstas, siete crecen exclusivamente dentro de los límites de este país.

El género *Saurauia* —los "moquillos" o "dulumocos" de los Andes— es otro grupo de plantas que me ha interesado muchísimo. Los dos centros americanos de diversificación de estos hermosos arbolitos son México y Colombia. En la monografía del botánico italiano doctor Luigi Buscalioni figura Colombia como el país que posee el mayor número de especies de *Saurauia;* y aún así el aumento del número de especies nuevas en este país ha sido notable recientemente, debido a las colecciones y estudios hechos en los últimos años. Del año de 1943 para acá he descrito 14 especies adicionales de Colombia. También el doctor Herman Sleumer —exmiembro del Herbario de Berlín-Dahlem, Alemania— ha descrito dos especies nuevas de este país. Hay indicios de que estudios monográficos señalarán aún más especies colombianas pertenecientes al género *Saurauia.*

El problema principal de mis investigaciones botánicas desde el año de 1942 ha sido el de los importantes árboles de caucho del género *Hevea,* productores del mejor caucho comercial y base de la enorme industria de plantaciones del Lejano Oriente, las especies de *Hevea,* nativas del Valle Amazónico y de las regiones adyacentes (como el Matto Grosso, parte de las Guyanas y el Alto Orinoco), eran investigadas a fondo únicamente en el Brasil, donde el doctor Adolfo Ducke había dedicado la mayor parte de su vida a su estudio en la selva y en los herbarios. Pronto tuve la impresión de que las selvas del oriente de Colombia, por su situación geográfica y por la historia geológica de su territorio, podrían ser de interés básico para el conocimiento de las Heveas. En 1940 no había en los herbarios del mundo un solo ejemplar de *Hevea* que estuviera marcado como de auténtica procedencia colombiana. Sin embargo, desde los días de "La Vorágine" y de la tristemente célebre Casa Arana —con las atrocidades del "infierno verde" del Putumayo— sabíamos que este género cauchífero existe en Colombia, pero ignorábamos por completo cuál o cuáles especies son las que crecen en este país. Ahora, nuestro abundante material de herbario indica que de las ocho o nueve especies reconocidas de *Hevea* la flora de Colombia cuenta con siete, además de una variedad arbustiva enana cuya distribución parece ser exclusivamente restringida a Colombia. Pero también hemos aprendido que, en lo que toca a Colombia, la *Hevea brasiliensis,* que es la principal productora de la mejor calidad de caucho comercial, sólo se encuentra en cantidades muy reducidas en el limitado Trapecio Amazónico; pues los demás cauchos que se dan silvestres en el país son de calidad inferior. Al respecto podemos decir que en territorio del Trapecio, que es la única parte de Colombia donde crece la verdadera *Hevea brasiliensis,* no existen más de 30.000 individuos de esta especie.

Y así, para no multiplicar el número de los ejemplos, podemos resumir diciendo que cada estudio taxonómico realizado últimamente en Colombia ha resultado en el aumento del inventario de la flora del país. La continuación de tales investigaciones botánicas en el futuro tendrá que resultar inevitablemente en cifras cada vez mayores.

La flora de Colombia es sumamente rica en especies vegetales de interés económico muy especial, ya por ser prácticamente desconocidas o por ser muy prometedoras en lo que concierne la medicina, la alimentación o la industria. Mencionaremos de paso solamente unas pocas, tales como las plantas endémicas alimenticias, la curuba, la arracacha, el ulluco, la áchira y varias otras, además de las muchas variedades agronómicas del maíz, de la papa y otras plantas cultivadas. Podríamos también mencionar plantas silvestres de uso tan curioso entre los indígenas como el famoso yagé, representado en el sur de Colombia por varias especies *(Banisteriopsis* spp.); el narcótico yopo o ñopo del Vichada *(Piptadenia peregrina);* el bejuco llamado yoco *(Paullinia Yoco),* que los indios del Putumayo emplean como estimulante y el cual sólo fue identificado taxonómicamenete en 1942. En el espacio limitado de este artículo no me es posible tratar a fondo estos interesantes aspectos de la riqueza de la flora económica y agrícola de Colombia. Basta decir que en la obra del doctor Enrique Pérez Arbeláez, "Plantas Utiles de Colombia", se mencionan

911 géneros diferentes de plantas que representan probablemente entre 2.000 y 3.000 especies distintas. Tampoco debemos olvidar las muchas plantas ornamentales o curiosas, como varias orquídeas, la maravillosa *Victoria regia* del Trapecio Amazónico, muchas Aráceas de flores extrañamente conformadas, e infinidad de palmeras enanas que serían un éxito en los invernaderos del exterior.

Es importante recordar que este aumento del catálogo de la flora colombiana es resultado no sólo del descubrimiento de especies o variedades hasta ahora desconocidas, sino también —y en su mayor parte, para decir verdad— del hallazgo en territorio colombiano de plantas que hasta ahora habían sido señaladas únicamente como elementos de las floras de países vecinos. Ultimamente se han publicado varias listas de especies —algunas de éstas descritas hace ya más de un siglo— que por primera vez se registran en la flora de Colombia. Tales hallazgos resultan naturalmente con mayor frecuencia en las colecciones hechas en las regiones limítrofes de la República. Muchas de mis colecciones, por ejemplo, son de las partes de Colombia fronterizas con el Perú —el río Putumayo y el Trapecio Amazónico— o con el Brasil y Venezuela —el alto Río Negro y el Río Guainía—. De estas colecciones resulta un alto porcentaje de plantas ya bien conocidas en el Perú, el Brasil o el Alto Orinoco de Venezuela, pero que todavía no habían sido coleccionadas en territorio de Colombia. Lo mismo sucede con otras colecciones de regiones cercanas a las fronteras, sobre todo en el oriente del país, como la que el doctor Paul H. Allen hizo en el río Vaupés y el río Papurí. La explicación es sencilla: tanto las partes amazónicas del Perú y del Brasil, como la hoya del Orinoco y del Guainía de Venezuela han sido mejor exploradas que los llanos y las selvas orientales y sureñas de Colombia. Sin temor a exageración podemos decir que muchas regiones de Colombia ofrecen campos vírgenes de los más importantes y fascinantes en el mundo tropical desde el punto de vista de las ciencias naturales. Me refiero en particular a las hoyas del Amazonas y del Orinoco, a la cuenca del Catatumbo en el nordeste, y a las regiones del Chocó y la Costa del Pacífico hasta Nariño.

En 1949, el doctor Alvaro Fernández, botánico en el Instituto de Ciencias Naturales, hizo un viaje de recolección a lo largo de la Costa del Chocó, patrocinado por la Marina de Guerra Colombiana. Sus colecciones son muy ricas en especies y géneros de Centro América, hasta ahora no representadas en el Herbario Nacional. Además del descubrimiento de especies y géneros nuevos para Colombia, se han registrado en los últimos años hasta familias nuevas, como por ejemplo las *Velloziáceas* y las *Rapateáceas*, que eran absolutamente desconocidas en el país.

Hace ya precisamente un siglo que andaba el botánico Richard Spruce explorando el alto Río Negro, el río Vaupés brasileño y el Guainía, Atabapo y Alto Orinoco en la frontera colombo-venezolana. Abnegado y dedicado a su ciencia con entusiasmo sin límite, Spruce merece que se le coloque entre los exploradores más eficientes de todos los tiempos. Reunió una vasta colección de plantas de esas regiones. En su viaje por el Vaupés brasileño llegó hasta el punto llamado Jauareté o Yavaraté, en la boca del río Papurí, donde hoy unen sus fronteras el Brasil y Colombia. Subió y exploró por poco tiempo el Papurí, cuya banda izquierda pertenece hoy a Colombia. También tocó en territorio colombiano en algunos lugares del Río Negro arriba de la Piedra del Cocuy, en el río Guainía arriba de la boca del Casiquiare y así mismo en Maipures, sobre la banda izquierda del Orinoco. En un artículo publicado en *Caldasia* hace tres años, el profesor Dugand dio a conocer las localidades visitadas por Spruce en territorio que hoy es de Colombia, pero que todos los botánicos habían tenido por brasileñas o venezolanas. Como en aquellos tiempos no estaban definidos los límites políticos del Brasil, Colombia y Venezuela, es imposible determinar la localización exacta de algunos ejemplares que Spruce coleccionó en las riberas de aquellos ríos que hoy sirven de fronteras a estos países. Sólo cuando en la colección se menciona un lugar determinado puede saberse con exactitud si dicho lugar está ubicado hoy en territorio de aquellos países o en el de Colombia.

Tanto en las colecciones de Allen como en las mías hechas en territorio colombiano adyacente al Brasil y Venezuela han aparecido plantas rarísimas que figuraban solamente en las colecciones que Spruce hizo hace un siglo. Naturalmente, el redescubrimiento de una planta rara, después de tanto tiempo, causa al botánico una satisfacción tanto o más profunda que el descubrimiento de una especie o de un género nuevo.

Ahora sabemos que las regiones de la Comisaría del Vaupés que se extienden desde los alrededores de Mitú hasta la frontera con el Brasil en el mismo río Vaupés, y hasta Venezuela en el río Guainía, son geológica y fitológicamente iguales a las que baña el alto Río Negro en el Brasil, donde Spruce hizo el grueso de sus colecciones en el período de 1850 a 1854. Las colecciones recientes en aquellos territorios de Colombia son, hasta el momento, muy insignificantes ante la voluminosa obra de Spruce; pero, sin embargo, me atrevo a decir que, con el tiempo, la gran mayoría de las especies recogidas por el gran explorador británico en el Río Negro y el Vaupés brasileño se encontrarán también en la flora del Vaupés colombiano. Al calcular la riqueza de la flora de Colombia esta probabilidad no debe despreciarse; lo cual significa que todavía quedan en aquellas selvas, por registrar como plantas nuevas para Colombia, unas 1.200 a 1.600 especies y variedades que hasta ahora se han tenido por exclusivamente brasileñas o venezolanas.



JOSE JERONIMO TRIANA

(1828 — 1890)

Oleo de Epifanio Garay, propiedad del Instituto de Ciencias Naturales.

Fotografía tomada por el Dr. H. García Barriga.

(Prohibida la reproducción).

Es sumamente interesante saber que, hace ya un siglo, Spruce reconoció la riqueza de la flora de la inmensa selva del oriente de Colombia. Desde el Río Negro en el Brasil escribió una carta al gran botánico inglés George Bentham en la cual le decía: "Ultimamente me he ocupado en el cálculo del número de especies aún desconocidas en la extensa selva amazónica, desde los raudales del río Orinoco hasta las serranías del Matto Grosso. Si tomo como base el hecho de que son nuevas aproximadamente la mitad de las plantas que he hallado al trasladarme en la distancia de un grado de latitud o de longitud, y si consideramos que lo que hoy se halla explorado —muchas veces inadecuadamente— por Humboldt, Martius, yo, y otros, son apenas fajas angostas de terreno, deberían quedar todavía sin descubrir unas 50.000 o aún 80.000 especies. A cualquiera otra persona este cálculo parecerá muy extravagante, porque aún el mismo Martius (si mal no recuerdo) opinó que las selvas del Amazonas son pobres en número de especies... Pasé más o menos quince días en el punto más alto de mi penetración al río Vaupés, el raudal de Javarité. El tiempo era muy lluvioso y mi experiencia me enseña que durante el período lluvioso son muy pocos los árboles selváticos que florecen. Pero, cuando llegó la fecha de regresar a Ipanoré... mejoró el tiempo y mientras navegábamos río abajo entre las piedras de los raudales que allí obstruyen el curso de las aguas, bien recuerdo yo cómo, en una mañana de sol, las riberas del río se habían cubierto de flores como por obra de magia, y cómo pensaba yo: 'Allá va una nueva *Dipteryx,* allá una nueva *Qualea*'... hasta que, no pudiendo aguantar más, me tapé la cara con las manos y me resigné a la triste idea de que tenía necesariamente que abandonar todas esas bellezas... De aquel sitio hacia el occidente [es decir, la región colombiana], se puede suponer con seguridad que casi todo es nuevo para la ciencia, y no cabe la menor duda de que el territorio al oriente de Pasto y Popayán, donde nacen los ríos Caquetá, Vaupés y Guaviare, ofrecen al botánico un campo tan rico como cualquiera en Suramérica. Pero, respecto de la posibilidad de llegar a esa región, tengo informes de que sería necesario atravesar páramos [sic] de un carácter sumamente montañoso e inhóspito y luego arriesgarse entre indios salvajes y peligrosos, de manera que temo que la exploración de ese territorio tengo que dejarla a alguien más joven y fuerte que yo".

Apenas estamos iniciando nuestra penetración en dichas regiones y se está comprobando ya que Spruce tenía mucha razón, pues son un verdadero emporio de novedades para la ciencia botánica.

Pero no es necesario que consultemos las colecciones antiguas hechas en países vecinos para demostrar que hay todas las probabilidades de que la flora de las regiones limítrofes de Colombia es muchísimo más rica de lo que parece a primera vista. Podríamos dar ejemplos más recientes, tales como las grandes colecciones hechas en el Departamento de Loreto del Perú durante los últimos treinta años por el lamentado doctor Guillermo Klug. Si quisiéramos exigir otro ejemplo moderno, podríamos hablar de los miles de plantas que el doctor Llewelyn Williams coleccionó hace unos veinte o veinticinco años en la región del Amazonas que se extiende entre Iquitos, Perú y Leticia, Colombia, como también hace unos diez años en el Guainía y el Alto Orinoco de la frontera colombo-venezolana. Podríamos consultar las colecciones hechas en el occidente del Estado de Amazonas del Brasil por los botánicos brasileños, especialmente por el doctor Ducke y el señor Ricardo Froés, miembros del muy activo Instituto Agronômico do Norte en Belém do Pará. El trabajo de estos investigadores ha demostrado que cerca de las fronteras de Colombia con el Brasil, Venezuela y el Perú, existe un sinnúmero de plantas que todavía no están registradas en el catálogo de la flora colombiana. Mirando ahora hacia los lados del istmo del Darién en el noroeste de Colombia, no cabe ninguna duda de que a medida de que vayamos explorando la vegetación del norte del Chocó, encontraremos un número considerable de especies que hasta ahora se han considerado como exclusivas de Centroamérica, particularmente elementos de la muy bien conocida flora panameña.

Otra fuente de especies botánicas por incluír en el inventario de la flora colombiana —y el caso es verdaderamente curioso— la constituyen aquellas plantas descritas a base de material coleccionado en territorio colombiano pero que, por una razón u otra, han sido atribuídas erróneamente a otros países. Tal vez el ejemplo más significativo es el caso de muchas plantas del ilustre botánico y explorador alemán, Karl Friedrich von Martius. En los años de 1819 a 1820 von Martius llevó a cabo exploraciones muy extensas en el Brasil, trabajando con especial energía en el valle del Amazonas. Luego regresó a Alemania y se dedicó a editar con la ayuda de una verdadera constelación de botánicos europeos de gran renombre una obra monumental: La *Flora Brasiliensis*. Este estudio florístico sigue siendo hasta el presente una obra necesarísima para todo botánico que se ocupe de la flora suramericana, y es absolutamente indispensable para todo estudio de la vegetación amazónica. Pues bien, hace nueve años el profesor Dugand demostró en un artículo sobre palmas de la Amazonía Colombiana que Martius había penetrado largo trecho en territorio que actualmente pertenece a Colombia. Sucedió que, habiendo entrado Martius por el Japurá, que es el mismo río llamado Caquetá en Colombia, lo subió en enero de 1820 hasta los raudales de Araracuara, es decir, varios centenares de kilómetros dentro del territorio colombiano. En un lugar llamado Cupatí coleccionó un gran número de plantas, muchísimas de ellas nuevas entonces para la ciencia. Resulta que el tal Cupatí es el mismo

sitio que se conoce hoy con el nombre de La Pedrera, en territorio de Colombia. Martius coleccionó también en varios lugares entre Cupatí y Araracuara, haciendo una labor de excepcional rendimiento botánico. Todas las plantas obtenidas por él en el largo trayecto entre la boca del Apaporis (en la frontera actual de Colombia y el Brasil) y el Araracuara, se señalan en la *Flora Brasiliensis* y en otras obras como procedentes del Brasil y esto se debe a que 130 años atrás nadie se preocupaba de límites internacionales en aquellas regiones cubiertas de densas selvas, desiertas o escasamente habitadas por indios salvajes. Además, también es cierto que el entonces Imperio del Brasil llevaba sus pretensiones territoriales precisamente hasta la cadena de cerros del Araracuara, de manera que el error geográfico no se puede de ningún modo atribuír a ignorancia de Martius.

En los herbarios de Bruselas y de Munich he consultado muchos de los ejemplares llevados del Caquetá por von Martius; pero, aunque son numerosos, sería difícil anticipar cuántas son las especies que debemos agregar a la flora de Colombia. Dugand, por ejemplo, ha señalado unas 40 especies de Leguminosas y unas 18 palmas recolectadas en territorio colombiano por von Martius y atribuídas erróneamente el Brasil. Si en sólo dos familias hay cerca de 60 plantas cuyo *status* geográfico es colombiano y no brasileño, se puede tener una idea bastante aproximada de lo que será el número total, cuando se examinen las colecciones hechas por Martius en el Caquetá colombiano.

Algunas de las palmas colectadas por von Martius son, como lo indica el profesor Dugand en sus estudios, no solamente originarias topotípicamente del territorio colombiano sino que nunca más se han vuelto a coleccionar desde que el gran explorador alemán visitó la región hace 130 años, resultando así de una importancia única para los estudios monográficos. Varias otras de las especies rarísimas de la expedición de von Martius al Caquetá (como, por ejemplo, el muy curioso ceibo enano de metro y medio de altura, *Bombax coriaceum,* proveniente del Araracuara) están volviéndose a descubrir ahora en otras localidades de la Amazonía Colombiana.

Aunque el insigne von Martius nunca sospechó que había penetrado cerca de 400 kilómetros en territorio que más tarde sería de Colombia, sí nos dejó una herencia botánica de gran valía e inesperada para nosotros. Casi un siglo y medio después de sus hazañas quisiéramos tener la oportunidad de recorrer las márgenes del Caquetá, entre el Araracuara y la frontera del Brasil, para volver a integrar todo lo que nuestro antecesor llevó a cabo con tanta dedicación y esfuerzo.

Ahora pues, terminada nuestra inspección de los modos por los cuales se puede esperar con seguridad que aumente el censo de las plantas que existen silvestres en el territorio de Colombia, regresaremos al tema principal de este artículo, a saber: la riqueza de la flora colombiana. ¿Cuántas especies diferentes existen en este país? Arriba he dicho que, en mi concepto, Colombia posee la flora más rica de todo el Nuevo Mundo, tanto en número de especies como en diversidad de ecología. Examinaremos esto:

¿Qué opinan acerca de la riqueza de la vegetación de Colombia los botánicos bien familiarizados con la flora de este país? En relación con esto he escrito a varios especialistas pidiéndoles su concepto. El profesor Dugand opina que el inventario total de la flora colombiana puede llegar a cerca de 40.000 especies, contando no sólo las fanerógamas sino también las criptógamas vasculares (helechos, musgos, etc.). El doctor Cuatrecasas, quien ha recogido durante sus exploraciones en distintas partes de Colombia más de 24.000 ejemplares y ha descrito 530 especies y 5 géneros nuevos, me escribe que en su concepto la flora colombiana comprende unas 25.000 plantas fanerógamas distintas.

Antes de dar mi concepto propio sobre este interesante asunto, me gustaría volver atrás para considerar mi opinión de que la flora de Colombia es quizá la más rica de las Américas. Como bien lo podemos apreciar, la diversificación de las plantas causada por la evolución biológica depende en parte muy grande de la diversificación del habitat o del ambiente causada por modificaciones geológicas y climáticas. El estudio de los habitats y de la relación de las plantas con su ambiente se llama *ecología,* y aunque casi siempre esta rama de la botánica se halla menos desarrollada que la taxonomía, es una verdad axiomática que sólo cuando se desarrollan simultáneamente los estudios taxonómicos, ecológicos y fitogeográficos puede resultar una investigación bien profundizada y aprovechable.

Aunque en Colombia falta mucho en materia de estudios ecológicos y fitogeográficos, siempre han aparecido varias obras especializadas dedicadas a estas disciplinas. Podemos por lo tanto decir sin peligro de equivocarnos que, debido a sus condiciones geológicas y climáticas especiales, Colombia tiene, entre los países americanos, más zonas de vegetación diferentes. Así como esta República es en lo humano una colección de grupos étnicos bastante diversos, cada uno un tanto diferente del otro, también puede considerarse el país, visto con los ojos de un botánico, como un conjunto de vegetaciones distintísimas. Imaginemos un mapa fitogeográfico de Colombia. Tendríamos en primer término la Cordillera de los Andes que, en la parte extrema sur-occidental del país se ramifica en dos cadenas, luégo en una tercera. De esta triple columna vertebral del país salen varias estribaciones menores. No sólo cada estribación principal y cada ramificación secundaria tiene su flora más o menos diferente, sino que también sucede que las faldas occidentales suelen ser en su vegetación bastante distintas de las orientales. Más importante todavía —y esto es cierto para todo país monta-



SANTIAGO CORTES

(1854 — 1924)

Oleo de propiedad del Instituto de Ciencias Naturales.

Fotografía tomada por el Dr. H. García Barriga.

(Prohibida la reproducción).

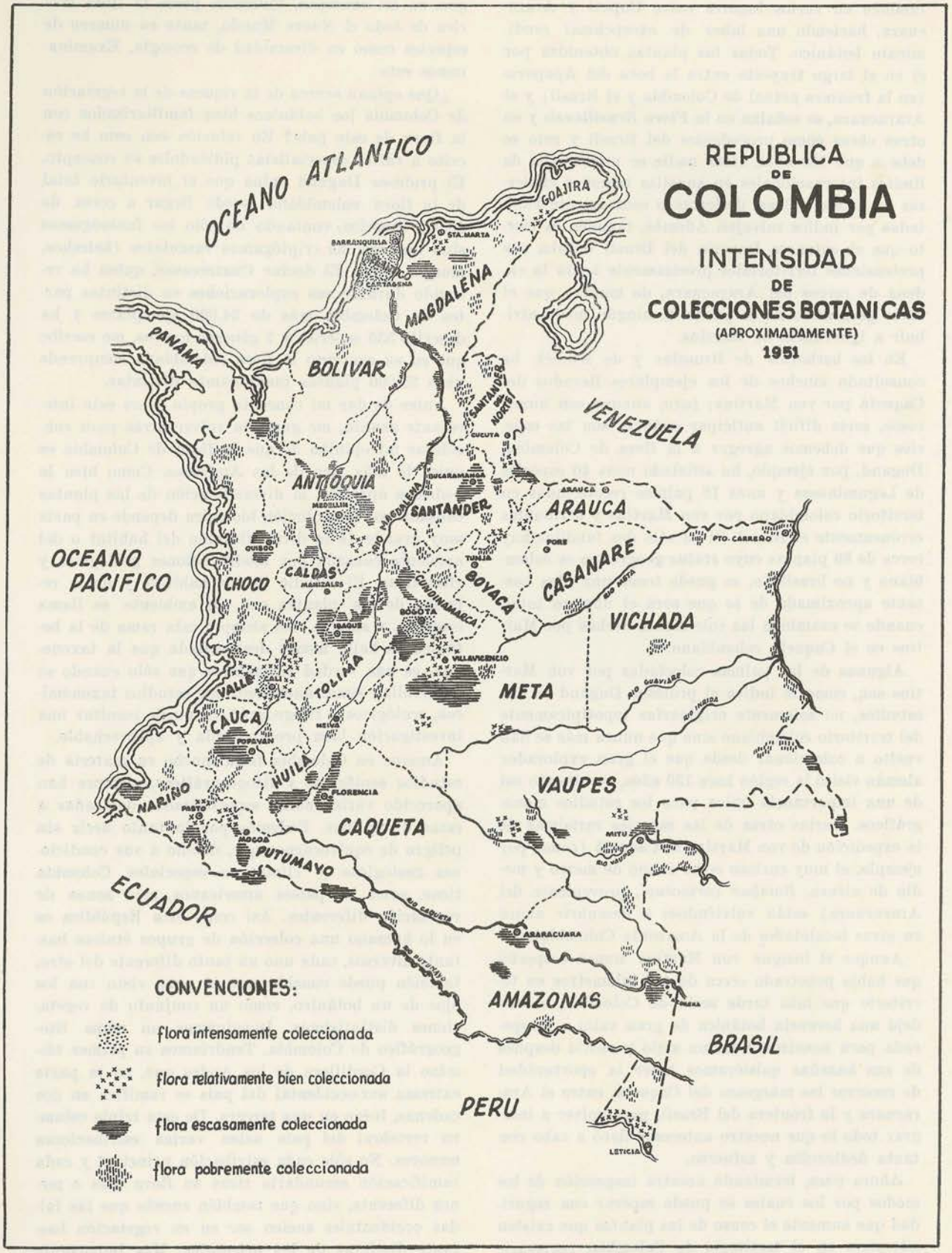


CARLOS CUERVO MARQUEZ

(1857 — 1930)

Fotografía gentilmente suministrada por la señorita Teresa Cuervo Borda, Directora del Museo Nacional.

(Prohibida la reproducción).


REPUBLICA
DE
COLOMBIA
INTENSIDAD
DE
COLECCIONES BOTANICAS
(APROXIMADAMENTE)
1951
OCEANO ATLANTICO
OCEANO PACIFICO
VENEZUELA
ECUADOR
PERU
BRASIL
PANAMA
GOAJIRA
MAGDALENA
BOLIVAR
ANTIOQUIA
SANTANDER
ARAUCA
CASANARE
CHOCO
CALDAS
BOYACA
VICHADA
META
VAUPES
CAUCA
HUILA
NARIÑO
CAQUETA
PUTUMAYO
AMAZONAS
BARRANQUILLA
STA. MARTA
CARTAGENA
CUCUTA
BUCARAMANGA
MEDELLIN
QUIBDO
MANIZALES
IBAGUE
BOGOTA
VILLAVICENCIO
CALI
POPAYAN
PASTO
FLORENCIA
MOCOA
MITU
ARARACUARA
LETICIA
PTO. CARREÑO
PORE
TUNJA
RIO MAGDALENA
RIO META
RIO GUAVIARE
RIO INIRIDA
RIO CAQUETA
RIO PUTUMAYO
RIO VAUPES
CONVENCIONES:
flora intensamente coleccionada
flora relativamente bien coleccionada
flora escasamente coleccionada
flora pobremente coleccionada

ñoso— estas cordilleras andinas están divididas en varios pisos altitudinales, cada uno muy diferenciado de los otros en su composición florística. Después de los Andes, tal vez las divisiones que más nos llaman la atención son dos: primero, los Llanos Orientales, o sea la hoya colombiana del Orinoco, y segundo la inmensa selva amazónica, que forma la tercera parte del área territorial de la República. Luégo podemos citar como vegetaciones completamente distintas la de las dos costas marítimas: la del Caribe con sus innumerables plantas tropofíticas y sub-xerofíticas; y la del Pacífico con sus densas selvas húmedas, tan aisladas de las demás selvas higrofilas del país. La península de La Guajira podría también considerarse como un extremo de vegetación influída por la aridez, que hace que su territorio sea en gran parte casi un desierto.

La hoya del Magdalena, ocupando una posición estratégica entre las ramificaciones de los Andes, forma otra zona de vegetación con varias sub-zonas. Y no podemos olvidar la muy interesante cordillera de Baudó, en el Chocó, que, además de sus especies propias, alberga muchas plantas originarias de la América Central. Tampoco podemos dejar de mencionar los numerosos macizos montañosos aislados de Colombia que, habiendo tenido una historia geológica independiente en cierto modo de la de los Andes, sostienen una flora más o menos autóctona y endémica en gran parte; de estos macizos, probablemente los ejemplos más llamativos son la majestuosa Sierra Nevada de Santa Marta, que se yergue a orillas del Mar Caribe, y la Cordillera Macarena, que semeja una isla montañosa en medio de los Llanos. Por último tenemos que agregar los cerros o serranías de arenisca que se encuentran aislados y dispersos por toda la Amazonía Colombiana, pero especialmente en el Vaupés y el Caquetá; y los numerosos cerros o peñones graníticos del Guainía, Río Negro, Inírida, bajo Guaviare y Alto Orinoco. Los primeros, de edad cretácica, representan vestigios de un macizo que antiguamente era continuo con las montañas del sur de Venezuela y de las Guayanas y conservan actualmente una flora extraña, relacionada con la de aquellas remotas cordilleras; los segundos, de edad precámbrica, se relacionan en su flora con la del antiquísimo "escudo brasileño".

La más pequeña división política de Colombia, el Departamento del Atlántico, con sólo 3.470 kilómetros cuadrados, o sea 0.3% de la superficie total del país, tiene según el profesor Dugand, quien se ha dedicado con preferencia al estudio de su flora, aproximadamente 900 especies de plantas leñosas distribuídas en una vegetación sorprendentemente variada a pesar de las condiciones semi-áridas del clima. Esa región de área tan reducida relativamente y cuya mayor altura no excede de 520 metros presenta zonas de vegetación que varían desde los bosques tropófilos de transición, que cubren la región suroccidental del Departamento, hasta los espinares entecos y áridos del nordeste y oriente, y entre estos dos extremos hay otras zonas de vegetación, inclusive la que caracteriza los grandes pantanos de la orilla del río y la de los manglares del litoral.

La variadísima topografía y lo heterogéneo de la historia geológica de Colombia, dejan impresa su marca indeleble en la flora. El resultado es una diversificación extraordinaria en las plantas. Por supuesto que algunas especies, relativamente pocas en realidad, se hallan representadas sobre vastas extensiones y se encuentran en varias zonas de vegetación; pero no cabe duda de que la gran mayoría de los elementos de la flora de Colombia son endémicos en una o cuando más dos zonas restrictas; y una parte considerable es aún más restringida en su distribución geográfica, siendo endémica en un solo macizo, una sola vertiente y aún un solo valle de reducidas dimensiones. Cuando así se entiende el problema, se puede apreciar fácilmente la verdadera riqueza florística de Colombia.

La riqueza de la flora colombiana tiene también paralelo en la fauna ornitológica. Es muy interesante anotar que se han registrado ya para este país 2.327 especies y sub-especies de aves, que representan 1.474 especies diferentes. Estas cifras, publicadas hace dos años por el doctor Rodolphe Meyer de Schauensee en las páginas de *Caldasia,* han tenido desde entonces un aumento considerable según me informa el profesor Dugand, (*) hasta el punto de que la fauna ornítica de Colombia ha resultado ser más rica y variada que la del Brasil, cuyo territorio es siete y media veces mayor que el de Colombia. Oliveira Pinto registró en aquel país solamente 2.299 especies y sub-especies en 1944.

Ahora bien, considerando tanto el área total de Colombia (1.138.205 kilómetros cuadrados), como su topografía tan extraordinariamente complicada y sus climas tan variados, tal vez podemos hacer una provechosa comparación con la riqueza vegetal de algunos otros países de la América Tropical. Recientemente, el doctor Paul C. Standley ha publicado la flora de Costa Rica. Este pequeño país vecino cuenta con 59.000 kilómetros cuadrados y su flora, riquísima por cierto, comprende 6.085 especies de helechos y fanerógamas. Actualmente se está publicando la flora de Guatemala, país cuya superficie es de 108.600 kilómetros cuadrados. Los autores de la *"Flora de Guatemala",* el doctor Standley y el doctor Julián Steyermark, calcularon para ese país un total de 9.000 especies. Se ve claramente, por lo tanto, que un país del tamaño de Colombia, diez veces más extenso que Guatemala y fitogeográficamente muchísimo más complejo y variado, puede tener un número de especies mayor que lo que indica la simple proporción de las

(*) Véase el segundo párrafo del artículo "Notas Ornitológicas Colombianas" que publica el profesor Dugand en la página 157 de esta misma Revista.

respectivas áreas territoriales. Según el doctor J. Francis Macbride, quien está escribiendo la *"Flora del Perú"*, hay probablemente unas 10.000 especies diferentes de plantas en aquel país, cuya superficie territorial es de 1.121.000 kilómetros cuadrados.

Hagamos ahora un cálculo basado objetivamente en el Herbario Nacional Colombiano que, como ya se dijo arriba, contiene hasta la fecha material representativo de 10.300 especies diferentes. Consideremos también que hay muchísimas especies colombianas que se hallan en los herbarios de Europa y los Estados Unidos, y que, por los pocos años de fundado el Herbario Nacional Colombiano, no están todavía representadas en éste. Después de estudiar las distintas regiones de Colombia, considerando la intensidad relativa de las colecciones hechas en cada una de ellas, yo calculo que las especies colombianas representadas en los distintos herbarios del mundo, inclusive el Nacional, alcanzan a entre una cuarta y quinta parte del total de especies existentes en el país. Aunque carezca totalmente de significación científica, resulta gráfico presentar una estadística en la siguiente forma: el Herbario Nacional Colombiano contiene 10.300 especies diferentes representadas por cerca de 35.000 ejemplares, lo cual da una proporción de una especie por cada 110 kilómetros cuadrados o sea un ejemplar de Herbario por cada 32 kilómetros cuadrados de la República. No importa desde qué punto de vista miremos el horizonte botánico de Colombia; la conclusión inevitable será de que apenas hemos comenzado la investigación de la flora de este gran país.

Considerando, pues, el hecho de que (1) durante los últimos quince años la intensa exploración botánica de Colombia ha comenzado a enseñarnos la magnitud insospechada de la flora del país; (2) cada grupo de plantas colombianas recién estudiado por especialistas ha resultado en aumento considerablemente del número de especies que lo componen; (3) las regiones limítrofes, en las cuales se encuentran muchísimas plantas que hasta ahora han sido señaladas únicamente en países vecinos, se hallan prácticamente inexploradas en su mayor parte; (4) falta conocer la vegetación de varias regiones extensas en el interior mismo del país, como también la de algunos macizos montañosos donde el grado de endemismo es alto; y por último, basando también mi concepto en lo que se sabe de las vegetaciones de otros países tropicales del continente americano, expreso la opinión de que el inventario de la flora de Colombia alcanzará por lo menos a 50.000 especies de plantas, contando solamente las fanerógamas. Si contamos las criptógamas —aún las vasculares únicamente— cuyo estudio es apenas embrionario en comparación con el que hemos dedicado a las fanerógamas, el número aumentará de manera muy considerable. En todo caso, mi predicción sobrepasa a la del más optimista de los colegas consultados, cuyas opiniones cito más atrás.

¡50.000 especies diferentes! La mayor parte de ellas aún desconocidas o no halladas todavía en el territorio de Colombia. Muchísimas de ellas rarísimas en las colecciones, o sumamente extrañas por su aspecto o sus caracteres morfológicos. ¿En qué ciencia y en qué otro país del mundo existe un estímulo más bello e irresistible que este de explorar los arcanos botánicos de Colombia?

Richard Spruce, el explorador de pluma poética, sentía verdaderamente el placer y la satisfacción que resulta de dedicar la vida a la ampliación de nuestros conocimientos botánicos. En una carta escrita hace un siglo en el corazón de la selva amazónica y dirigida a un amigo en Londres, decía:

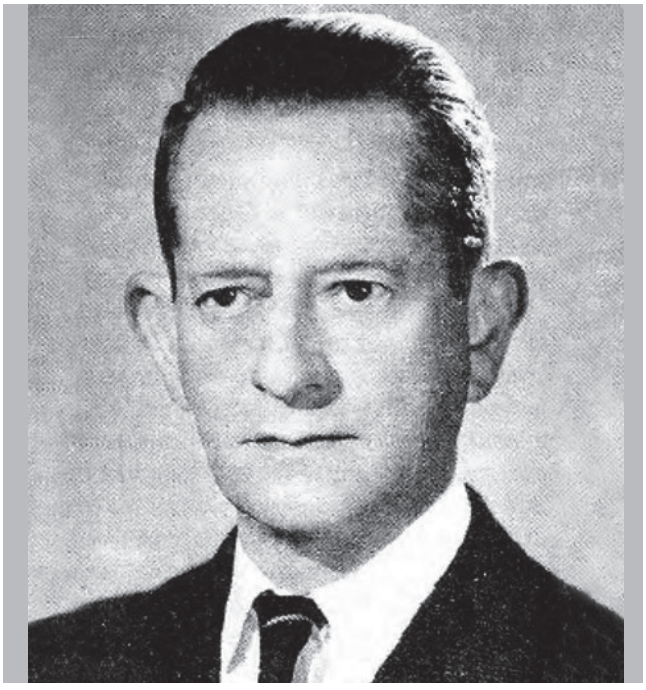
"Luégo hay ese placer grandísimo entre todos los placeres que le tocan al naturalista, a pesar de que algunos —que anteponen a todo la utilidad práctica— se empeñan en desestimarlo; me refiero al descubrimiento de nuevas especies, que es como llenar vacíos en el mapa de la naturaleza, y, en algunos casos, como poblar las áreas desiertas de ese mapa".

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):202-221, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.572

Las garrapatas de la República de Colombia

Ernesto Osorno Mesa

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1940, 4 (13): 6-24.



Ernesto Osorno Mesa (1904-1976)

Osorno Mesa es considerado como el fundador de los estudios de entomología médica en Colombia, ocupó la Silla No. 20 en la Academia Colombiana de Ciencias. Médico de la Universidad Nacional de Colombia (1927) y Doctor en Medicina y Cirugía (1935).

Fue nombrado médico jefe de las comisiones sanitarias antianémicas en los departamentos del Valle, Caldas y Cundinamarca, médico entomólogo en la sección de estudios especiales del Ministerio de Trabajo, Higiene y Previsión Social, médico jefe del laboratorio de entomología de la División de Malariología del Servicio Cooperativo Interamericano de Salud Pública (1947) y en 1964, fue designado como jefe del subgrupo de entomología en el Instituto Nacional de Salud. Sus investigaciones estuvieron encaminadas hacia artrópodos de interés médico. Se desempeñó como profesor de la cátedra de entomología de la Pontificia Universidad Javeriana (1944-1945) y de la cátedra de Biología y Parasitología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia (1951-1963). Fue autor de 51 publicaciones.

El trabajo académico seleccionado se puede considerar como un tesoro. Es un trabajo que requiere la atención de todos aquellos investigadores que han trabajado o trabajarán en este grupo de artrópodos.

Con la exposición de esta obra el doctor Osorno Mesa dio ingreso a la Academia Nacional de Medicina y recibió, en esa oportunidad, los elogios del doctor Roberto Franco quien manifestó que la comunicación “representa una de las contribuciones más valiosas a la parasitología de nuestra patria. A todos nuestros médicos y a todos los que se interesen por estos estudios debo recomendar encarecidamente este trabajo como el más completo que hasta hoy existe entre nosotros, con la convicción de que encontrarán en él la más segura y acertada guía para sus investigaciones”.

Las garrapatas en general al ser transmisoras de enfermedades a los animales y a los humanos ocupan un lugar tan importante como el de los insectos y al ser hematófagas desempeñan un papel relevante en nuestro país.

En el estudio, inicialmente se detallan los caracteres generales de las garrapatas y posteriormente se presentan las claves para las familias Argasidae e Ixodidae del suborden Ixodoidea del orden Acari y sus respectivos géneros y especies incluyendo las descritas y halladas en Colombia y las conocidas de la República de Panamá.

Los hallazgos y las observaciones se obtuvieron con un trabajo de campo extenuante realizado en 15 departamentos de Colombia con los auspicios del Ministerio de Trabajo, Higiene y Previsión Social en cooperación con la División Sanitaria Internacional de la Fundación Rockefeller.

Paulina Muñoz, Magister
Miembro de Número

LAS GARRAPATAS DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA

ERNESTO OSORNO-MESA
Médico entomólogo de la Sección de Estudios Especiales
del Ministerio de Trabajo, Higiene y Previsión Social

El presente estudio comprende las especies de garrapatas colombianas conocidas, como también las de la República de Panamá. En las claves incluyo las especies descritas y halladas en Colombia. (*).

Las referencias fueron tomadas de las descripciones originales y de todas las publicaciones sobre garrapatas de los dos países.

Colecté parte del material con el Dr. J. C. Bequaert, y parte, la obtuve por intermedio de la Fundación Rockefeller, en colaboración del Servicio de la Sección de Estudios Especiales del Ministerio de Trabajo, Higiene y Previsión Social.

Expreso mis agradecimientos a mi maestro, Dr. J. C. Bequaert, de la Universidad de Harvard, por la invaluable ayuda que gentilmente me prestó en la ejecución de este trabajo, y doy las gracias, igualmente, a los doctores Kerr, Boshell y Roca, por la aportación de ejemplares.

Caracteres generales de las garrapatas

Con el objeto de aclarar los términos técnicos usados en el presente estudio, doy a continuación una explicación general, por existir pocos vocablos castellanos aplicables a estos artrópodos. (Figs. 1-2).

El cuerpo está cubierto con una piel fuerte y coriácea, que se distiende enormemente, en ambos sexos de Argasidæ y en la hembra de Ixodidæ, por la sangre succionada al huésped. En ayuno, las garrapatas son aplanadas, de forma más o menos triangular en diseño, con patas prominentes y delgadas y un rostro en forma de pico en la parte anterior.

Las hembras en estado de repleción, simulan un fríjol o una gran semilla y los detalles anotados son difíciles de observar. En la mayor parte de las especies existe una *rodela* córnea situada en la parte anterior del dorso y conocida con el nombre de *escudo*. En el macho, el escudo cubre la mayor parte del dorso, mientras que en la hembra, únicamente una pequeña zona de la región anterior. Articulado con el margen anterior del escudo y generalmente dentro de una ligera muesca, hay una pieza pequeña, subtriangular, llamada *capítulo* o cabeza. El capítulo sostiene los palpos, las mandíbulas, los estuches mandibulares y el hipostoma. Los tres últimos órganos reunidos forman la *proboscis* o *haustellum*. El *hipostoma* es una pieza inferior y mediana (en realidad está formado por dos piezas), con numerosos dientes curvos, o dentecillos. Los dentecillos más cercanos a la base, forman filas, cuyo número ha sido usado para la diferenciación de las especies, aun cuando esto es variable. En la extremidad de las mandíbulas hay dos o tres protuberancias, conocidas con el nombre de *apófosis,* las cuales también han sido usadas en clasificación específica, pero ahora se sabe que este detalle es inconstante. El hipostoma y las mandíbulas penetran dentro de los tejidos del huésped cuando la garrapata se alimenta; adhiriéndose tan fuertemente, por medio de los dientes del hipostoma, que cuando se trata de separarla a viva fuerza, el cuerpo puede desarticularse del capítulo.

Los palpos se insertan a los lados de las piezas bucales. Están compuestos de cuatro segmentos, de los cuales se aprecian generalmente dos, porque el basal es corto y ancho y el apical es muy pequeño y a menudo situado en una depresión cerca de la extremidad del tercero. Los palpos son por lo regular cóncavos en la cara interna y pueden ocultar las piezas bucales. La longitud relativa del segundo y tercer segmentos de los palpos, suministra caracteres útiles para separar los géneros en las garrapatas. En la cara dorsal del capítulo en la hembra adulta hay dos áreas deprimidas, conocidas con el nombre de *áreas porosas*. Todavía nadie ha determinado su función. Toda hembra de la familia *Ixodidæ* que no tenga estas áreas completamente desarrolladas, no está en estado adulto y no debe describirse como una especie nueva. La descripción de varias especies y aun géneros se ha basado en formas jóvenes, debido a un descuido en la observación del detalle mencionado. Los géneros *Phaulixodes, Herpetobia* y *Sarconyssus,* están en este caso. El escudo es, por lo común, de forma irregularmente exagonal. En cada margen lateral hay una mancha pálida en forma de ojo; en algunos géneros los ojos faltan. El margen posterior del cuerpo, en la mayor parte de las especies, está limitado por un número de estrías cortas (8 a 10), las cuales diseñan una serie de lóbulos o *festones*. Los festones son más marcados en el macho que en la hembra, en la cual son escasamente visibles cuando está distendida por la sangre. En la cara inferior del cuerpo o *vientre* hay dos aberturas medianas: la anterior situada cerca del capítulo, es el *poro genital;* la posterior es el *ano*. En muchas especies, detrás del ano, hay un surco curvo, de donde parte una estría mediana; en otras, el ano está contorneado hacia adelante por el surco, cuyas extremidades se dirigen hacia atrás, para terminar en el margen del cuerpo. En todas las formas hay un surco lateral a cada lado, que, dirigiéndose hacia adelante, llega al poro genital. En los machos de varios géneros hay una o dos placas triangulares, córneas, situadas a cada lado del ano, conocidas con el nombre de *placas anales*. Oca-

(*) Los estudios y observaciones en que se basa este trabajo se llevaron a cabo bajo los auspicios del Ministerio de Trabajo, Higiene y Previsión Social en cooperación con la División Sanitaria Internacional de la Fundación Rockefeller.

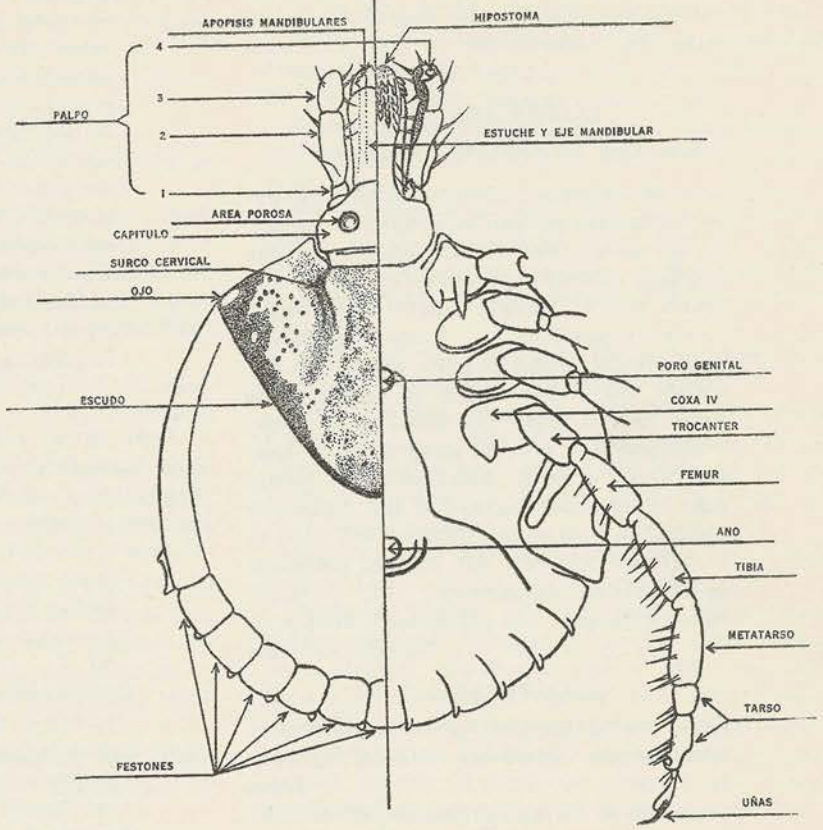
sionalmente el abdomen termina en una protuberancia mediana, o una cola.

La larva, forma más joven nacida del huevo, tiene tres pares de patas. En el próximo estado de ninfa y en la hembra y macho del estado adulto posee cuatro pares. Las patas nacen de cada lado, en la parte anterior del vientre; las coxas están algunas veces muy juntas y otras veces separadas. Las patas son generalmente delgadas, de longitud casi igual, aunque el cuarto par es más largo y más grande que los demás. Cada una está compuesta por lo menos de seis segmentos que, de la base hacia la punta, están en el orden siguiente: *coxa, trocánter, fémur, tibia, metatarso* y *tarso*. El último, comúnmente está dividido en dos partes. En la extremidad del tarso hay un par de uñas grandes, situadas en un pedículo largo, entre las cuales hay generalmente un *pulvillus*. En la cara superior del tarso I existe un hoyuelo cubierto por una membrana y conocido con el nombre de *órgano* de *Haller*, su descubridor. Se supone que sea un órgano auditivo. Una o varias coxas poseen espinas, espolones, protuberancias o dientes. En los machos de algunas especies, la coxa posterior es enormemente ensanchada. Encima y ligeramente hacia atrás de la coxa posterior se encuentran las *placas de los estigmas* donde se abre el *orificio del estigma* o *espiráculo*. Cada placa es una pieza córnea, en cuya superficie hay granulaciones grandes y pequeñas. La forma de la placa del estigma es constante en cada especie, pero diferente en los distintos sexos.

En algunos géneros hay en el dorso, cerca de la mitad, un par de placas pequeñas, circulares u ovales, llamadas por el Dr. Stiles *placas porosas dorso-submedianas;* todavía nadie ha determinado su importancia taxonómica.

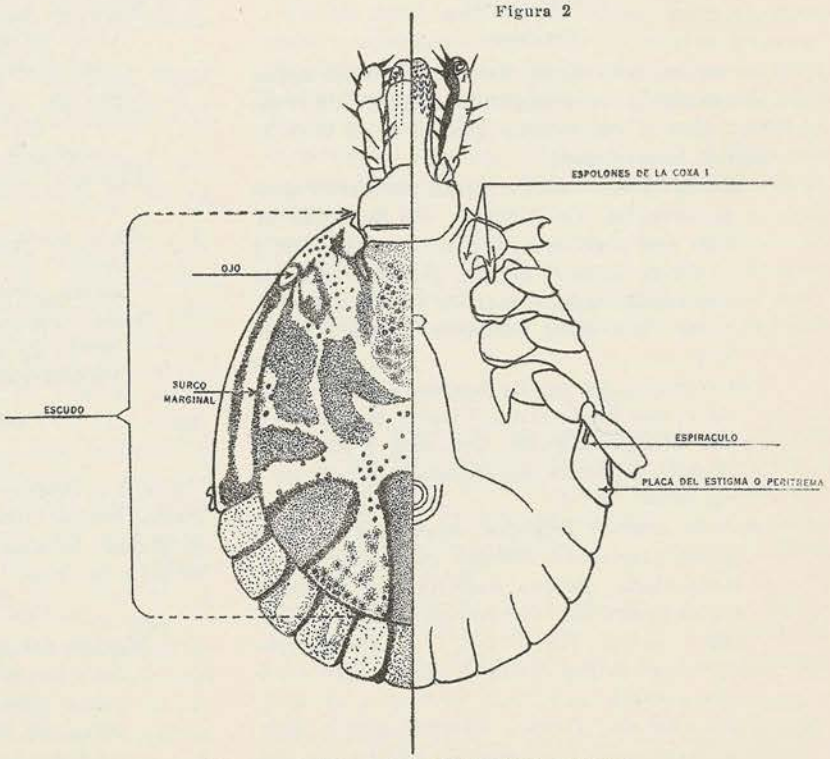
Las garrapatas tienen, por lo general, una coloración uniforme; sin embargo, algunas for-

Figura 1



CARA DORSAL Y VENTRAL DE LA HEMBRA DE **AMBLYOMMA CAJENNENSE.**
(Aum. 21 ×)

Figura 2



CARA DORSAL Y VENTRAL DEL MACHO DE **AMBLYOMMA CAJENNENSE.**
(Aum. 28 ×)

(Dibujos originales del autor)

mas poseen manchas de color castaño, blanco, amarillo o rojo. Cada especie tiene un color característico, de valor taxonómico. En los ejemplares vivos, los colores se destacan mejor, que después de sumergirlos en líquidos preservativos.

* * *

IXODOIDEA

Clave para las Familias y Géneros

1 — Cuerpo semejante en ambos sexos, cubierto por un tegumento extensible, coriáceo y arrugado, sin escudo duro diferenciado en el dorso. Capítulo colocado ventralmente y a menudo oculto por el margen frontal del cuerpo. Coxas sin espolones .... Familia *Argasidae*

Tegumento del cuerpo en parte endurecido formando una rodela rígida (o escudo), que cubre toda la superficie dorsal en el macho y solamente la porción anterior en la hembra, ninfa y larva; únicamente las partes más blandas del tegumento son finamente punteadas o estriadas. Capítulo colocado en el extremo anterior del cuerpo, completamente visible dorsalmente. Una o varias coxas a menudo con espolones o aristas... ..... Familia *Ixodidae*

ARGASIDAE

1 — Cuerpo con el margen aplanado, delgado y cortante, que difiere del resto del tegumento ..... *Argas*

Cuerpo con el margen grueso no definido, similar al resto del tegumento .. *Ornithodoros*

IXODIDAE

MACHOS

Ocho patas; cara dorsal del cuerpo cubierta por una rodela rígida; cara dorsal del capítulo sin áreas porosas; vientre con orificio genital en el área intercoxal anteromediana.

1 — Vientre cubierto más o menos por siete placas endurecidas, no salientes, con un surco nítido que contornea el ano, frontalmente, y se dirige hacia el margen posterior. Escudo desornamentado, el margen posterior sin festones. Sin ojos; rostro y palpos alargados ..... *Ixodes*

Surco curvo del vientre borroso o contorneando el ano hacia atrás. Vientre sin placas o con placas salientes. Con ojos o sin ellos. Margen posterior del escudo con festones o sin ellos 2

2 — Palpos largos y delgados, especialmente el segundo segmento. Escudo generalmente ornamentado, margen posterior con festones. Ojos presentes. Vientre sin placas salientes ..... *Amblyomma*

Capítulo y palpos cortos y anchos, más o menos cónicos 3

3 — Ojos ausentes. Escudo desornamentado, margen posterior con festones. Vientre sin placas salientes. Angulo externo del segundo segmento de los palpos más o menos salientes ..... *Haemaphysalis*

Ojos presentes 4

4 — Vientre sin placas salientes. Coxas (especialmente las del cuarto par) a menudo muy anchas. Capítulo rectangular. Escudo por lo general ornamentado (excepto *D. nitens)*, margen posterior con festones. *Dermacentor*

Vientre con cuatro placas posteriores, cuyos márgenes sobresalen hacia atrás. Coxas no ensanchadas. Capítulo exagonal. Escudo desornamentado 5

5 — Margen posterior del escudo sin festones. Surco postanal borroso ..... *Boophilus*

Margen posterior del escudo con festones. Surco postanal nítido ..... *Rhipicephalus*

HEMBRAS

Ocho patas; cara dorsal del cuerpo dividida en una parte anterior dura y otra posterior blanda y extensible. Cara dorsal del capítulo con dos áreas porosas; vientre con un orificio genital (vulva) en el área intercoxal anteromediana.

1 — Vientre con un surco curvo y nítido, que contornea el ano frontalmente. Sin ojos. Rostro y palpos alargados. Escudo desornamentado ..... *Ixodes*

Vientre con un surco curvo borroso, o que contornea el ano hacia atrás 2

2 — Palpos largos y delgados, especialmente el segundo segmento. Ojos presentes. Escudo generalmente ornamentado ..... *Amblyomma*

Capítulo y palpos cortos y anchos más o menos cónicos 3

3 — Sin ojos. Angulo externo del segundo segmento de los palpos más o menos salientes. Escudo desornamentado ..... *Haemaphysalis*

Con ojos 4

4 — Capítulo rectangular. Escudo generalmente ornamentado ..... *Dermacentor*

Capítulo exagonal. Escudo desornamentado 5

5 — Surco postanal borroso. Segundo y tercer segmento de los palpos muy corto, angulado en su parte externa ..... *Boophilus*

Surco postanal nítido. Segundo y tercer segmento de los palpos no tan corto, sin ángulos laterales salientes ..... *Rhipicephalus*

Familia ARGASIDAE

ARGAS Latreille

Las dos especies de este género halladas en Colombia fueron introducidas indudablemente del Viejo Mundo. Se sabe únicamente que atacan aves de corral y palomas.

Clave para las Especies

1 — Margen del cuerpo deprimido, granujoso, dividido por una red de líneas, en placas numerosas, pequeñas, cuadrangulares o rectangulares. Espiráculo en media luna, mucho más pequeño que el anillo anal .... *A. persicus* (Oken)

Margen del cuerpo deprimido, irregularmente arrugado, con numerosas estrías transversales y generalmente algo vuelto hacia arriba. Espiráculo en media luna, aproximadamente del tamaño del anillo anal .... *A. columbarum* (Shaw)

Argas persicus (Oken)

Rhynchoprion persicum Oken, 1818, Isis, III, p. 1568, Pl. XIX, figs. 1-4 (Persia).

Argas persicus Neumann, 1896, Mém. Soc. Zool. France, IX, p. 7, figs. 4-5 (♀ ♂, ninfa y larva). Nuttall, Warburton, Cooper and Robinson, 1908, Ticks, I, Argasidæ, p. 8, figs. 3-26, Pl. I, Fig. 3 (♀ ♂, ninfa y larva). Dunn, 1929, Amer. Jl. Trop. Med., IX, p. 506.

Argas persicus var. *porteri* Lehille, 1915, An. Zool. Aplicada, Santiago de Chile, II, p. 5, Pl. (San Bernardo, Prov. Santiago, Chile).

" ? Argas chinche" "Goudot", in Gervais, 1844, Hist. Nat. Ins. Aptères, III, p. 462 (ataca al hombre en las tierras templadas de Colombia; no está descrita).

Argas americana Packard, 1873, Sixth Annual Rept. U. S. Geol. Survey Territories for 1872, p. 740, fig. 68 (Texas; sexo no especificado; "hallado en un lote de *Ixodes bovis* procedente de ganado").

Argas sanchezi Dugès, 1891, La Naturaleza, México, (2) I, p. 20, Pl. I.

Argas americanus firmatus Neumann, 1896, Mém. Soc. Zool. France, IX, p. 12 (♀ ; Constantine, Algeria).

Argas miniatus Koch, 1844, Arch.-f. Naturgesch., X, pt. 1, p. 219 (sexo no especificado; Demerara, British Guiana); 1847, Uebersicht d. Arachnidensyst., IV, pp. 12 and 32, Pl. I. fig. 4.

Argas radiatus Railliet, 1893, Traité Zool. Médic. p. 718 (nombre nuevo para *Argas americanus* Packard, 1873).

Argas mauritianus Guérin-Méneville, 1844. Iconographie Règne Animal, Arachnides, p. 17, Pl. VI. figs. 3-3ª (Mauritius).

Colombia.—Todavía no he visto ejemplares procedentes de Colombia. Dunn (1929) lo anota como procedente de Barranquilla, en donde según él, esta garrapata abunda en los gallineros. Brumpt lo anota como procedente de Santa Marta, Magdalena (Alt. 4 mts., Temp. med. 30°C.). (Col. N. Güete). Informe al Ministerio de T., H. y P. S., Oct. 1939). Neumann (1896) supuso que el "*Argas* chinche" de Goudot, era *A. persicus* (=*americanus*); muy probablemente Goudot observó *Ornithodoros rudis* Karsch (=*venezuelensis* Brumpt), que es la garrapata común que ataca al hombre en las regiones templadas de Colombia. Además, Gervais (1844, p. 463) también anota: "Un *Argas* de las gallinas que M. Goudot colectó en una región cálida de Colombia. Es más grande que éste (chinche) y sin duda de especie diferente; obliga algunas veces a los propietarios a cambiar el gallinero". Estas últimas observaciones se refieren claramente a *Argas,* de modo que Goudot aparentemente observó ambos, *Argas* y *Ornithodoros.* De acuerdo con Dunn, es muy común en Panamá.

Argas columbarum (Shaw)

Acarus columbarum Shaw, 1793, in Shaw and Nodder, Vivarium Nature or the Natur. Misc., IV, Pl. CXXVIII (en palomas; Inglaterra).

Rhynchoprion columbae Hermann, 1804, Mémoire Aptérologique, p. 69, Pl. IV, figs. 10-11 (en palomas; Francia).

Argas marginatus Oken, 1815, Lehrb. d. Naturgesch., III, pt. 1, p. 402, Pl. XII, col. 5, fig. 3 (basado en *Rhynchoprion columbae* de Hermann). No es *Acarus marginatus* de Sulzer, 1776, ni de Fabricius, 1794.

Acarus reflexus Fabricius, 1794, Entom. Syst., IV, p. 426 (sin especificar el huésped; Italia).

Argas reflexus Neumann, 1896, Mém. Soc. Zool. France, IX, p. 4, figs. 1-3 (♀ ♂ ; ninfa y larva). Nuttall, Warburton, Cooper and Robinson, 1908, Ticks, I, Argasidae, p. 22, figs. 27-33, Pl. I, figs. 1-2 (♀ ♂ ; ninfa y larva).

Argas magnus Neumann, 1896, Mém. Soc. Zool. France, IX, p. 14, fig. 15 (♀ ; Ecuador).

Colombia: Bogotá (Dr. R. Franco, 1905). Bogotá, en gallineros (Hernando Osorno, 1936). Sogamoso, Boyacá (Patiño C., Enero, 1939). Samacá, Boyacá (E. Brumpt, E. Osorno, Julio 1939). Sogamoso, Boyacá (E. Osorno, Octubre 3, 1939). Sogamoso, Boyacá (E. Brumpt, E. Osorno, 1939). Tunja, Boyacá (Carlos Cárdenas G., 1940). Bogotá (Hernando Osorno, Septiembre 17, 1940).

ORNITHODOROS Koch

De las nueve especies que figuran en la siguiente clave, únicamente dos *(talaje* y *rudis)* se han anotado como procedentes de Colombia; tres *(dunni, brodyi* y *azteci)* se describieron de ejemplares de Panamá. De las especies restantes, *O. turicatus* y *O. coriaceus* se sabe con certeza que son procedentes del sur de los Estados Unidos y de México; la procedencia de Sur América para estas dos especies es muy dudosa; *O. furcosus* se describió del Ecuador; *O. megnini,* "garrapata espinosa del oído" de los caballos y del ganado (accidentalmente del hombre), es común en el sur de los Estados Unidos y en México (*).

Clave para las Especies

1 — Ojos presentes, dos en cada lado, debajo del margen, distanciados entre sí y opuestos a las coxas I y II. Tegumento toscamente granujoso, excepto en algunas áreas grandes que son reticuladas.... *O. coriaceus* Koch
Ojos ausentes 2
2 — Tegumento ni con protuberancias, ni toscamente granujoso, punteado con hoyitos circulares, pequeños y superficiales. Extremi-

(*) La consideración sobre las aberraciones de los hábitos y sobre la parte trasera de la armadura del hipostoma del adulto en **O. megnini,** lo ha colocado algunas veces en un género aparte, el género **Otobius.** Las especies con las alas movibles del camerostoma han sido separadas en el género **Alectorobius** Pocock, 1907 (tipo: **Argas talaje** Guerin).

dad anterior sin forma cónica. Hipostoma muy corto redondeado en la punta, desarmado. Tegumento de la ninfa cubierto con muchas espinas o pelos erizados .... *O. megnini* (Dugès)

Tegumento con protuberancias o toscamente granujoso. Extremidad anterior de forma cónica. Hipostoma largo, dentado (algunas veces con dientes diminutos) 3

3 — Dorso del tegumento con áreas grandes, notorias (o discos); sin protuberancias gruesas y voluminosas. Capítulo colocado en un hoyo profundo (camerostoma), con prolongamientos laterales en forma de alas prominentes y bordes movibles 4

Dorso del tegumento con protuberancias uniformes, sin discos notorios 6

4 — Tegumento cubierto con protuberancias muy grandes, levantadas a manera de conos, especialmente a lo largo del margen posterior ..... *O. talaje* (Guérin)

Tegumento cubierto con protuberancias de tamaño pequeño o mediano que no se levantan a manera de conos 5

5 — Pequeño (longitud del adulto 4 mm. o menos), cubierto con protuberancias pequeñas, con muchos discos colocados como en forma de radios. Tarsos I y IV sin jorobas preapicales notorias. Parasita Murciélagos .... *O. dunni* Matheson

Más grande (la longitud del adulto pasa de 4 mm.), cubierto con protuberancias de tamaño mediano, con pocos discos. Tarso I con joroba preapical; tarso IV sin jorobas. No parasita Murciélagos ..... *O. rudis* Karsch

6 — Capítulo colocado en un camerostoma con alas laterales prominentes y bordes movibles.. 7

Capítulo colocado en un camerostoma sin alas laterales movibles 8

7 — Tarsos I y IV con una joroba preapical. Dorso gradualmente estrecho de atrás hacia el ápex anterior que es cónico. Hipostoma con dentecillos diminutos ...*O. azteci* Matheson

Tarsos I y IV sin joroba preapical, notoria, especialmente débil en el tarso IV. Dorso fuertemente estrecho en la parte anterior, con ápex agudo y cónico. Hipostoma con dientes fuertes en la parte media y pequeños hacia el ápice .... *O. brodyi* Matheson

8 — Coxa II más grande que la coxa I. Tarsos con un espolón agudo, dorsal y terminal, de modo que la extremidad parece horquillada .... *O. furcosus* Neumann

Coxa II más pequeña que la coxa I. Tarsos ligeramente angostos hacia la punta. Tres jorobas dorsales en los tarsos de las patas I a III ..... *O. turicatus* (Dugès)

Ornithodoros talaje (Guérin).

Argas talaje Guérin, 1849, Revue Mag. Zool. (2), I, p. 342, Pl., figs. 1-10 (♀ ♂ ; en huésped humano; Casa Vieja de Gastoya en la carretera entre la ciudad de Guatemala y Zacapa).

Ornithodoros talaje Dunn, 1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 92 (en parte solamente); 1927, Jl. of Parasitologie, XIII, p. 177; 1929, Amer. Jl. Trop. Med., IX, p. 507; 1931, Psyche, XXXVIII, p. 170.

Colombia: Barranquilla, en rata gris, *Mus norvegicus* y en casas (Dunn). La he visto procedente de La Dorada, Caldas (Dr. Marco A. Cadena, Col., Junio, 1939). Viotá, Cundinamarca (Brumpt. 1939). Don Matías, Antioquia (Col., Dr. F. Navarro, 1939). Llano Grande, Caldas (E. Osorno, Abril, 1940). Honda, Tolima (Hernando Rey, 1940).

Panamá: Ancón; Ciudad de Panamá; Colón; Chorrera; San Juan (Darling; Jennings y Dunn. Citado por Dunn, 1927).

La distribución y los huéspedes normales de *O. talaje* no se conocen con certeza, debido a la confusión que ha existido entre esta especie y *O. rudis* (= *venezuelensis)*. De acuerdo con Dunn (1929) las larvas se hallan comúnmente en ratas y él asegura que las ninfas y los adultos generalmente atacan roedores y animales grandes y que el hombre es únicamente un huésped de emergencia.

La experimentación ha demostrado que *O. talaje* puede transmitir la Fiebre Recurrente, pero que *O. rudis* es probablemente el principal transmisor de esta enfermedad en el norte de Sur-América, en condiciones naturales.

Los records de Nuttall y Warburton sobre *O. talaje* en Colombia (principalmente en Santana-Tolima), se basaron, por lo menos en parte, en ejemplares de *O. rudis*. Su descripción se refiere aparentemente a ambas especies (1908, Ticks, I, pp. 59-61).

Ornithodoros rudis Karsch

Ornithodoros rudis Karsch, 1880, Milth. Munchener Ent. Ver., IV, p. 141 ("New Grenada"; colectado por Goudot).

Ornithoros talaje Dunn, 1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 92 (en parte solamente).

Ornithodorus venezuelensis Brumpt, 1922, Précis de Parasitologie, 3rd. Edition, p. 773, fig. 444 (Venezuela y Colombia; en las montañas entre 1000 y 1500 m.). Ruge, 1928, Arch. f. Schiffs-u. Tropenhyg., XXXII, p. 406. Antunes, 1937, Rev. Fac. Medicina, Bogotá, VI, pt. 2, p. 67.

Ornithodoros venezuelensis Dunn, 1927, Jl. of Parasitology, XIII, p. 177; 1929, Amer. Jl. Trop. Med., IX, p. 507.

Colombia.—El Profesor Roberto Franco tiene el honor de haber sido el primer investigador colombiano que encontró que el *Ornithodoros rudis* Karsch (= *venezuelensis* Brumpt) es el vector común de la Fiebre Recurrente entre nosotros (*). En esa época lo determinó como *Ornithodorus turicata* (Franco, Toro y Martínez, 1911, Ses. Científ. del Centenario, Acad. Nac. Med. Bogotá, I, pp. 169-227). M. Roca García (Tesis de grado) siguiendo a Franco, lo determinó también como *Ornithodorus turicata* (1934).

(*) Al revisar con mayor cuidado la literatura, quien demostró experimentalmente la acertada opinión del Profesor Franco, fue el Dr. Manuel Roca García. (Tesis de Grado, 1934).

Departamento	Municipio	Altura mts.	Temperatura media C°	
Antioquia	Antioquia	709	27	A. Gast G. (1937)
"	Barbosa	1359	21	E. Brumpt (1939)
"	Caracolí	118	24	E. Brumpt (1939)
"	Ebéjico	720	22	L. H. Dunn (1929), A. Gast G. (27-IX-38)
"	Medellín	1538	21	E. Brumpt (1939)
"	Puerto Berrío (Maceo)	123	27	A. Gast G. (1937)
"	San Rafael	1105	23	E. Osorno (1929)
"	Segovia	900	24	A. Gast G. (1938)
"	Yolombó (Yalí)	1485	21	A. Gast G. (1938)
Atlántico	Barranquilla	4	28	L. H. Dunn (1929)
"	Puerto Colombia	5	28	L. H. Dunn (1929)
"	Soledad	5	28	L. H. Dunn (1929)
Boyacá	Muzo	927	24	J. C. Bequaert, E. Osorno (1936), Dr. R. Franco (1907)
"	Pauna	1632	20	E. Brumpt (1939)
Caldas	Filadelfia	1637	20	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
"	La Virginia	198	33	E. Brumpt (1939)
"	Pereira	1467	21	E. Brumpt (1939)
"	Quimbaya	1375	17	E. Brumpt (1939)
"	Riosucio	1813	19	E. Brumpt (1939)
"	Victoria	675	26	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
Cauca	Güapi	5	29	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
Cundinamarca	El Peñón	1310	20	E. Brumpt (1939)
"	Fusagasugá	1746	21	E. Osorno (1939)
"	Girardot	326	28	L. H. Dunn (1929), E. Osorno (1938)
"	Guayabal de S.	1671	20	E. Brumpt (1939)
"	Medina	576	27	L. H. Dunn (1929)
"	Paime	1038	25	E. Brumpt (1939)
"	Quipile	1310	20	E. Brumpt (1939)
"	Sasaima	1225	20	Dr. M. Roca García (1934)
"	Topaipí	1378	20	E. Brumpt (1939)
"	Utica	503	27	Dr. M. Roca García (1934)
"	Vergara	1570	22	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
"	Villeta	842	24	Dr. M. Roca García (1934)
"	Viotá	750	25	E. Brumpt (1939)
"	Yacopí (Ibama)	1416	21	E. Brumpt (1939)
"	Yacopí	1416	21	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
Caquetá (Com.)	Florencia	?	26	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
Chocó (Int.)	Istmina	65	25	L. H. Dunn (1929), J. C. Bequaert, E. Osorno (1937)
"	Quibdó	43	29	L. H. Dunn (1929)
"	(El Carmen) Quibdó	43	29	L. H. Dunn (1929)
"	Quibdó (Lloró)	43	29	L. H. Dunn (1929)
Huila	La Plata	1054	24	E. Brumpt (1939)
Meta	Restrepo	420	26	J. C. Bequaert, E. Osorno (1936)
"	Villavicencio	498	26	E. Brumpt (1939)
Nariño	Barbacoas	36	28	L. H. Dunn (1929), E. Brumpt (1939)
"	Patía	229	20	E. Brumpt (1939)
"	San José	1912	18	A. Gast (1940)
"	Tumaco	6	25	L. H. Dunn (1929), E. Brumpt, E. Osorno (1939)
Santander	Bucaramanga	1018	23	L. H. Dunn (1929), E. Brumpt, E. Osorno (1939)
"	Girón	777	24	L. H. Dunn (1929)

Departamento	Municipio	Altura	Temperatura media C°	
"	Guadalupe	1395	21	Dr. M. Roca García (1934)
"	Güepsa	1540	22	Dr. M. Roca García (1934)
"	Oiba	1395	20	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
"	Rionegro	590	22	E. Brumpt (1939)
"	San Benito	1428	22	Dr. M. Roca García (1934)
"	San Vicente	692	24	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
"	Suaita	1610	21	Dr. M. Roca García (1934)
"	Suaita (San José)	1610	21	Dr. M. Roca García (1934)
Santander (N.)	Cúcuta	215	27	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
Tolima	Armero	421	26	E. Brumpt (1939)
"	Chaparral	880	25	E. Brumpt (1939)
"	Espinal	438	28	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
"	Honda	229	31	E. Brumpt, E. Osorno (1939)
"	Ibagué	1250	22	L. H. Dunn (1929), E. Osorno (1938), E. Brumpt (1939)
"	Icononzo	1304	21	E. Brumpt (1939)
"	Mariquita	535	27	E. Brumpt (1939)
Valle	Buenaventura	12	27	L. H. Dunn (1929), E. Brumpt (1939)
"	Cali	1003	23	E. Brumpt (1939)
"	Palmira	1085	24	L. H. Dunn (1929), E. Brumpt (1939)
?	(Yoto)	?	?	L. H. Dunn (1929)
?	(La Vuelta)	?	?	L. H. Dunn (1929)

Panamá: La mayor parte de las garrapatas de la Zona del Canal y de Panamá anotadas como *O. talaje* y vectores de Fiebre Recurrente, parece que hayan sido *O. rudis* (v. L. H. Dunn, 1927).

Brumpt fue el primero que llamó la atención acerca de la confusión predominante, respecto a la identificación de la garrapata que actúa como el vector común de la Fiebre Recurrente en Panamá, Colombia y Venezuela. Separó al verdadero vector, como *O. venezuelensis,* señalando las principales diferencias con *O. talaje.* La primera descripción detallada de *O. venezuelensis* fue publicada por Ruge en 1928. Las descripciones previas de *O. talaje* por Neumann (1896, Mém. Soc. Zool. France, IX, p. 34) y por Nuttall y Warburton (1908), se basaron en una mezcla de las dos especies. Además Neumann (1901, Mém. Soc. Zool. France, XIV, p. 269) sinonimizó *Ornithodoros rudis* Karsch con *O. talaje* y Nuttall y Warburton lo siguieron. Después de leer la descripción de Karsch, conjeturo que él en realidad describió la especie reconocida más tarde por Brumpt. Varios ejemplares de *"venezuelensis"* procedentes de Colombia, se le remitieron al Profesor P. Schulze, de Rostock, con el objeto de que los comparara con los tipos de Karsch. El Profesor P. Schulze bondadosamente hizo la comparación, llegando a la conclusión de que *rudis* concordaba con los ejemplares remitidos de Colombia como *venezuelensis.*

Argas reticulatus Gervais (1849) de Chile, fue anotado por Nuttall y Warburton (1908, p. 41) entre las especies "suprimidas". A. C. Oudemans (1936, Kritisch Historisch Overzicht der Acarologic, pt. III, vol. B, p. 794) la consideró idéntica a *O. talaje,* anotando que Neumann vio los ejemplares originales. La descripción de Gervais concuerda mejor con *O. rudis* que con el verdadero *O. talaje;* todavía mejor con las figuras publicadas de *O. migonei* Brumpt, procedente de Paraguay (1936, Précis de Parasitologie, 5ª Edición, II, p. 1209, figs. 665-666).

Familia IXODIDAE

IXODES Latreille

Las especies suramericanas de este género no están todavía suficientemente estudiadas. Se encuentran con más frecuencia en mamíferos de pequeña talla y en aves, que en animales grandes.

Algunas de las especies adquiridas en el curso de las investigaciones sobre Fiebre Amarilla, parece que no están descritas. Es imposible en la actualidad dar una clave práctica para este género.

1 — *Ixodes loricatus* var. *spinosus* Nuttall.

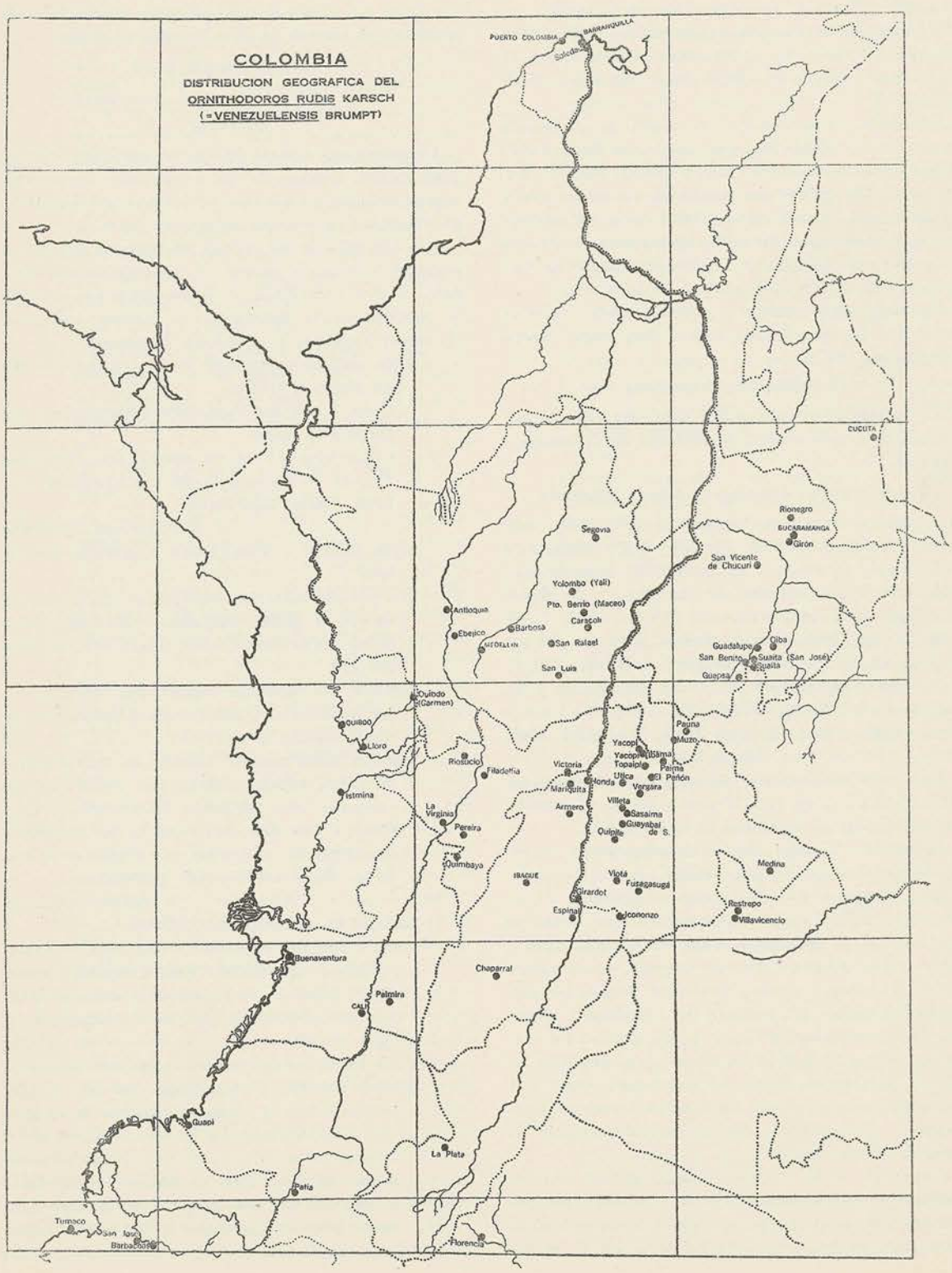
El Dr. Bequaert asigna a esta forma, garrapatas colectadas en "chucha real", *Metachirus longicaudatus columbianus,* procedentes de Restrepo, Int. Meta, por el Dr. J. Boshell M.; otros ejemplares fueron colectados en *Didelphys marsupialis,* procedentes de Muzo, Depto. Boyacá. He visto ejemplares colectados en *Didelphys marsupialis,* procedentes de Villavicencio, Int. del Meta.

2 — *Ixodes brunneus* Koch, variedad.—Neumann. (1904, Arch. de Parasitologie, VIII, p. 454) descrito como una variedad de *I. brunneus* (de Norte América); una hembra colectada en una ave, *Ramphocelus coccineus,* procedente de Bogotá. Parece que este ejemplar pertenezca a una especie diferente, todavía no descrita.

3 — *Ixodes boliviensis* Neumann.—El Dr. Bequaert asigna inciertamente a esta especie de ninfa colectada en *Didelphys marsupialis,* procedente de Muzo, Depto. Boyacá, por el Dr. J. Boshell M.

4 — *Ixodes juvenis* Neumann (1899, Mém. Soc.. Zool. France, XII, p. 124) ; ninfa y larva, en *Holotropis;* ("Nueva Granada"). Los ejemplares fueron colectados en una Iguana, procedente quizá de Colombia. Las especies no se han comprobado, por ser los adultos desconocidos.

L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 94) refiere que una sola hembra de *Ixodes ricinus* (Linnaeus) fue encontrada en el Río Boquerón, distrito de Panamá.



RHIPICEPHALUS Koch

Parece que haya tan sólo una especie americana de este género, probablemente introducida por el hombre, siendo así que el huésped común es el perro doméstico.

Rhipicephalus sanguineus (Latreille)

Ixodes sanguineus Latreille, 1806, Gen. Crust. Ins., I, p. 157 (Francia; sin especificar el huésped).

Rhipicephalus sanguineus Neumann, 1897, Mém. Soc. Zool. France, X, p. 385. Dunn, 1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 94; 1929, Amer. Jl. Trop. Med., IX, p. 508.

Colombia.—Una hembra fue colectada en Bogotá en un perro doméstico que, según se dijo, nunca había salido fuera de la ciudad (Dr. J. Boshell M.). Dunn (1929) refiere que es común en varias localidades y que algunas veces infesta casas en Barranquilla y Magangué. He visto ejemplares colectados en perros, procedentes de La Dorada, Depto. de Caldas, por Hernando Rey (1940).

Panamá.—Muy común y prácticamente existe en todos los perros (Dunn, 1923). Río, Bajo Obispo (Neumann, 1897).

DERMACENTOR Koch

Actualmente se conoce tan sólo una especie perteneciente a este género, procedente de Colombia y Panamá.

Dermacentor (Anocentor) nitens Neumann

Dermacentor nitens Neumann, 1897, Mém. Soc. Zool. France, X, p. 376, fig. 28 (♀ ♂; ejemplares procedentes de América sin especificar la localidad; "pueden ser procedentes de Maryland", de Santo Domingo o de Jamaica). (N. Banks, 1908, U. S. Dept. Agric., Bur. Entom. Techn. Ser., No. 15 pp. 50 y 55, Pl. VII, figs. 7 y 10 (♀ ♂). Stiles, 1910, U. S. Hygienic Laboratory, Bull. No. 62, pp. 25 y 63, figs. 40-43, 69, 70, 81, 99, 100, 118, 119 y 134 (♀ ♂). Dunn, 1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 93; 1929, Amer. Jl. Trop. Med., IX, p. 508.

Anocentor colombianus Schulze, 1937, Zoolog. Anzeiger, CXX, p. 24, figs. 1a-g y 2 (♀ ♂; Colombia, sin especificar la localidad ni el huésped).

Colombia.—Villeta, Depto. Cundinamarca, en caballos, localizados en las orejas (J. C. Bequaert, 1936); Restrepo, Int. del Meta, en caballos (J. C. Bequaert, 1936); Villavicencio, Int. del Meta, en caballos (J. C. Bequaert, 1936, E. Osorno, 1939); Muzo (Río Minero), Depto. Boyacá, en venado) (Serv. F. Amar.); Maní y Trinidad, Depto. Boyacá, huésped humano (J. Boshell M.); Medellín, Depto. Antioquia, en caballos (L. H. Dunn. 1929); Barranquilla, Depto. Atlántico, en asnos, localizados en las orejas (E. Osorno, 1938). He visto ejemplares procedentes de caballos, de muchas regiones del país. Panamá: es abundante en caballos de cualquier localidad (Dunn, 1923).

Con el Dr. J. C. Bequaert vimos muchos machos, hembras y ninfas procedentes de Colombia, sin que hubiéramos podido encontrar ningún detalle taxonómico para separarlos de varios lotes de *D. nitens* procedentes de Yucatán, Cuba y Puerto Rico. En cambio, los ejemplares concuerdan en todos los detalles con la descripción y las figuras de *Anocentor colombianus*. Schulze parece que no haya comparado ejemplares de *nitens*. El únicamente informa que su especie es "claramente diferente" de *nitens*, tal como la describe Neumann y la dibujan Banks, Salmon y Stiles, pero sin decir la razón. Que *Anocentor* deba ser colocado como nombre genérico o subgenérico, es asunto de pura opinión personal.

AMBLYOMMA Koch

Clave para las Especies Americanas

HEMBRAS

Propongo las siguientes claves para las especies americanas, muchas de las cuales son imperfectamente conocidas y algunas de las que se encuentran en Colombia parece que no se han descrito.

Las hembras de las siguientes especies son desconocidas o inidentificables: *A. quasi-striatum* Rondelli, *A. Tenellum* Koch, *A. myrmecophagae* Schulze, *A. multipunctum* Neumann, *A. fuscum* Neumann, *A. torrei* Vigueras y *A. fulvum* Neumann.

1 — Ojos pequeños semiesféricos, contorneados por un surco u órbita.
Coxa I con dos espolones desiguales, el externo más largo.
Coxas II y III con un espolón pequeño. Coxa IV con un espolón largo y puntiagudo (Bolivia, Chile, Argentina) .... *A. parvitarsum* Neumann
Ojos planos o ligeramente convejos, sin órbita 2

2 — Escudo sin manchas esmaltadas, más o menos oscuro o pálido castaño, o manchado con áreas amarillosas. Dentición del hipostoma 3/3 3
Escudo con manchas esmaltadas (algunas veces indefinidas), con manchas pálidas en un fondo oscuro o viceversa 6

3 — Escudo notoriamente bicolor, la mayor parte de color pálido castaño con lados oscuros castaños, con punteado diseminado y fino. Coxa I con dos espolones cortos, romos y ampliamente separados, el externo es el más largo. Base del capítulo pentagonal .... *A. curruca* Schulze
Escudo no notoriamente bicolor 4

4 — Coxa I con dos espolones desiguales, el externo más largo. Escudo sub-triangular, pequeño (1.5 mm.), uniformemente castaño oscuro, con abundante punteado diseminado y fino. (Brasil) ..... *A. parvum* Aragão
Coxa I con dos espolones cortos, casi iguales, 5

5 — Primer artículo de los palpos con una protuberancia fuerte y roma localizada en el lado ventral y dirigida hacia atrás. Coxas III y IV con un espolón corto. Escudo castaño moreno, con una mancha pálida longitudinal e irregular en cada lado, con abundante punteado pequeño, igualmente distribuído; más tosco hacia las partes laterales (formando

una depresión corta cerca de cada ojo). (Brasil, Argentina) ..... *A. auricularium* Conil

Primer artículo de los palpos sin protuberancia ventral. Coxas III y IV con dos espolones cortos. Escudo con abundante punteado de tamaño mediano distribuído hacia los lados y escaso en los otros sitios. (Sur América) ..... *A. goeldii* Neumann

6 — Dentición del hipostoma 4/4 7

Dentición del hipostoma 3/3 17

7 — Coxa I con dos espolones largos y fuertes. Coxas II, III y IV con un solo espolón corto. Cara ventral de los festones con una placa de color oscuro (pelta) y con un tubérculo pequeño y redondo, en el ángulo posterointerno de cada uno. (Ecuador, Bolivia, Brasil) ..... *A. incisum* Neumann

Coxa I con espolones medianos o cortos ... 8

8 — Coxas II y IV con dos espolones, el interno algunas veces muy pequeño o reducido a una arista fina y saliente 9

Coxas II y IV con un espolón 15

9 — Coxa I con los espolones notoriamente más largos que los de las coxas II, III y IV. Espolones internos de las coxas II, III y IV, muy pequeños, reducidos a finas aristas salientes 10

Coxa I con espolones de longitud casi igual a los de las otras coxas 11

10 — Cara ventral de los festones con tubérculos quitinosos en los ángulos posterointernos. Escudo en su mayor parte pálido en fondo oscuro. (Brasil) ..... *A. brasiliense* Aragão

Cara ventral de los festones sin tubérculos quitinosos en los ángulos posterointernos. Escudo en su mayor parte casi castaño, con una mancha pálida en el ángulo posterior. (Brasil, Bolivia) .....*A. scalpturatum* Neumann

11 — Escudo cordiforme, con ángulos laterales y posterior ampliamente redondeados 12

Escudo triangular o subtriangular, aguzado hacia el ángulo posterior 13

12 — Escudo en su mayor parte de color blanco amarillento con manchas castañas. Espolones internos de las coxas II, III y IV, iguales o ligeramente más pequeños que los externos. Punteado abundante, la mayor parte fino; unos pocos puntos grandes localizados en los ángulos laterales. (Florida) .... *A. tuberculatum* Marx

Escudo en su mayor parte de color oscuro castaño, con una mancha pálida e irregular a cada lado, cerca del ojo. Espolones internos de las coxas II, III y IV anchos, en forma de arista. Punteado de tamaño mediano, casi igual y uniformemente distribuído. (Guayana) ..... *A. brimonti* Neumann

13 — Espolones de la coxa I notoriamente separados, los de las coxas II, III y IV más o menos juntos o fusionados en la base. (Panamá) ..... *A. crassum* Robinson

Espolones de todas las coxas notoriamente separados en la base 14

14 — Los espolones internos de todas las coxas aproximadamente del mismo tamaño y casi tan anchos como los espolones externos. Escudo triangular-cordiforme, aproximadamente tan largo como ancho. (Sur América) .... *A. humerale* Koch

Los espolones internos de las coxas disminuyen gradualmente de tamaño de la I a la IV; los de las coxas III y IV son más pequeños que los externos. Escudo triangular, ligeramente más ancho que largo (Guatemala) ..... *A. sabanerae* Stoll

15 — Espolones de las coxas II y III tan largos como anchos o por lo menos no mucho más anchos que largos, sin forma de arista. Escudo vagamente ornamentado, amarillo pálido en la mayor parte, con abundante punteado. (Brasil) ..... *A. pictum* Neumann

Espolones de las coxas II y III en forma de aristas anchas y salientes, mucho más anchas que largas 16

16 — Escudo subcordiforme, con los ángulos laterales y posterior igualmente redondeados, grande (3.5 × 4.2 mm.), la mayor parte de color oscuro castaño, con manchas pálidas. (Guayana) ..... *A. guianense* Neumann

Escudo triangular, con los ángulos laterales bien diseñados, pequeño (2.1 × 2.4 mm.), la mayor parte de color amarillo pálido, con manchas oscuras, rojizo castañas. (Paraguay, Brasil) ....*A. cooperi* Nuttall y Warburton

17 — Coxa I con el espolón interno muy pequeño o vago, el externo bien desarrollado. Sin tubérculos quitinosos en los ángulos posterointernos de la cara ventral de los festones 18

Coxa I con el espolón interno bien desarrollado, aunque algunas veces es mucho más corto que el externo 21

18 — Coxa IV con un espolón largo y agudo. Coxas II y III con espolones cortos y triangulares. Escudo amarillo pálido, manchado con oscuro castaño especialmente a lo largo de los márgenes y de dos fajas medianas. (Argentina) ..... *A. altiplanum* Dios (probablemente = *furcula* Dönitz).

Coxa IV con un espolón muy corto y triangular 19

19 — Coxas II y II con dos espolones pequeños y triangulares, el interno siempre más pequeño y algunas veces rudimentario en la coxa III. Escudo la mayor parte castaño pálido, con manchas esmaltadas reducidas, en las áreas escapulares y en el ángulo posterior, con escaso punteado grande en la parte anterolateral, y pequeño en los otros sitios. (Colombia, Brasil?) .... *A. deminutivum* Neumann

Cosas II y III con un espolón muy pequeño, más o menos de forma triangular, a menudo

casi rudimentario. Punteado uniformemente diseminado sobre el escudo 20

20 — Escudo blanco, con una mancha castaña estrecha y mediana en el quinto posterior, con punteado abundante de tamaño mediano (Cuba) ..... *A. albopictum* Neumann

Escudo con muchas manchas oscuras en fondo pálido, la mancha castaña mediana empieza en el borde anterior, con abundante punteado fino (Norte América y Sur América) ..... *A. maculatum* Koch

21 — Coxa I con dos espolones muy desiguales, el interno cuando más dos tercios de la longitud del externo 22

Coxa I con los espolones de longitud igual o casi igual 32

22 — Coxas II y III con un espolón en forma de una arista ancha y saliente, mucho más ancha que larga 23

Coxas II y III o con dos espolones (el interno a menudo muy pequeño) o con un espolón tan largo como ancho y no mucho más ancho que largo (sin forma de arista) ... 28

23 — Escudo castaño oscuro, con una mancha esmaltada y nítida en el ángulo posterior. Cara ventral de los festones sin tubérculos quitinosos en los ángulos postero-internos. (Norte América) ... *A. americanum* (Linnaeus)

Escudo como norma, en su mayor parte pálido con manchas oscuras. Cara ventral de los festones con un pequeño tubérculo quitinoso en el ángulo postero-interno de cada uno, 24

24 — Areas porosas de la base del capítulo de forma circular 25

Areas porosas de la base del capítulo de forma oval, divergentes en la parte anterior .. 26

25 — Escudo tan ancho como largo, liso y brillante, con escaso punteado pequeño en el área mediana y grande en las áreas escapulares. Peritrema más ancho que largo, con una prolongación dorsal, notoria. (México, Trinidad) ..... *A. mixtum* Koch

Escudo ligeramente más ancho que largo, con abundante punteado de tamaño mediano igualmente distribuído, también en el área mediana. Peritrema aproximadamente tan ancho como largo. (Guayana, Brasil) .... *A. cajennense* Fabricius

26 — Escudo pequeño, triangular, con las manchas esmaltadas a menudo muy reducidas. Coxa I con los espolones casi iguales en longitud. Palpos más largos que el hipostoma. (Brasil) ..... *A. sculptum* Berlese

Escudo grande, triangular. Coxa I con espolones muy desiguales. Palpos ligeramente más cortos que el hipostoma 27

27 — El área esmaltada blanca cubre la mayor parte del escudo (excepto a lo largo de los márgenes postero-laterales). (Paraguay) .... *A. tapiri* Rondelli

El área esmaltada blanca mucho más reducida, la mayor parte del escudo manchada con castaño. (Paraguay) *A. finitimum* Rondelli *(A. pecarium* Dunn y *A. tapirellum* Dunn coinciden con 24 y parece que sean cercanas a *finitimum)*.

28 — Coxa I con un espolón interno plano y ancho. Base del capítulo muy corta en relación a su anchura, algo proyectada hacia los lados. Palpos largos y delgados. Ojos planos lateralmente. (Brasil, Guayana) .... *A. mantiquirense* Aragão

Coxa I con un espolón interno estrecho ... 29

29 — Coxas II y III con dos espolones triangulares, el interno de la coxa III a menudo mucho más pequeño y algunas veces rudimentario. Palpos largos y delgados. Ojos lateralmente no abombados 30

Coxas II y III con un espolón más o menos triangular. Palpos cortos y gruesos. Ojos algo abombados fuera del margen del escudo 31

30 — Coxa I con los dos espolones casi iguales en longitud. Coxas II, III y IV con dos espolones, el interno de la coxa IV algunas veces muy pequeño. Manchas esmaltadas del escudo reducidas generalmente a una mancha cerca del ángulo posterior y a una faja lateral cerca de cada ojo, con escaso punteado muy grande en la parte anterior de los lados y fino en los otros sitios. (Norte América y Sur América) ..... *A. dissimile* Koch

Coxa I con dos espolones muy desiguales. Coxas III y IV generalmente con un espolón o con el espolón interno de la coxa III muy pequeño. Manchas esmaltadas del escudo más extendidas, con escaso punteado muy grande en la parte anterior de los lados y fino en los otros sitios. (Colombia, Brasil?) ..... *A. deminutivum* Neumann

31 — Coxa IV con un espolón largo, delgado y agudo. La mayor parte del escudo pálida, con margen oscuro castaño, con unas pocas manchas y dos bandas longitudinales de color castaño que llegan al margen posterior. (Argentina) ..... *A. altiplanum* Dios

Coxa IV con un espolón más corto y más triangular. La mayor parte del escudo pálida, casi castaño a lo largo del margen, con una banda o mancha mediana de color oscuro en la mitad posterior y dos bandas cortas y oscuras en la mitad anterior (que no llegan al margen posterior). (Argentina) .... *A. furcula* Dönitz

(Estas dos especies son de dudosa distinción).

32 — Coxa I con espolones largos 33

Coxa I con espolones de tamaño mediano o cortos 40

33 — Coxa I con espolones delgados 34

Coxa I con espolones fuertes 36

34 — Coxa I con espolones moderadamente largos, que dividen la coxa hasta cerca de la mitad. La mayor parte del escudo castaña, con man-

chas esmaltadas grandes, con punteado pequeño que es muy escaso en el área mediana. (Panamá a Bolivia) ....*A. oblongoguttatum* Koch

Coxa I con espolones muy largos y agudos, que dividen la coxa más allá de la mitad 35

35 — *A. ovale* Koch, *A. fossum* Neumann y *A. striatum* Koch, que todavía no se pueden separar por la hembra.

36 — Coxa I con dos espolones medianamente largos y fuertes, que no dividen la coxa hasta cerca de la mitad. Escudo pequeño (2.2 × 2.5 mm.), liso y brillante, de color castaño claro, con unas pocas manchas esmaltadas borrosas y con abundante punteado pequeño, diseminado. (Brasil, Paraguay) .... *A. pacae* Aragão

Coxa I con dos espolones largos y aplanados, que dividen la coxa hasta más allá de la mitad. Escudo claramente ornamentado, con abundante punteado tosco 37

37 — La mayor parte del escudo pálida, con manchas castañas estrechas. Base del capítulo rectangular. (México a Bolivia) .... *A. coelebs* Neumann

La mayor parte del escudo clara o castaña oscura con unas pocas manchas pálidas esmaltadas 38

38 — Escudo con una mancha pálida en el ángulo posterior y otra irregular, pálida, en forma de Y, en cada lado. Base del capítulo casi rectangular. El espolón de la coxa IV ligeramente más largo que ancho. Segundo artículo de los palpos con una arista oblicua en la cara dorsal. (Guatemala a Colombia) .... *A. nodosum* Neumann

Coxa IV con el espolón mucho más largo que ancho. Base del capítulo pentagonal o subtriangular 39

39 — Escudo con dos hoyuelos cortos, profundos y ovoides en la parte anterior, de cada uno de los cuales parte un surco superficial que se extiende hacia la parte posterior. Segundo artículo de los palpos con una arista ligeramente oblicua en la cara dorsal. (Sur América) ..... *A. calcaratum* Neumann

Escudo con dos surcos divergentes, largos y superficiales, continuados hacia atrás. Segundo artículo de los palpos sin arista oblicua en la cara dorsal. (Brasil) .... *A. leucozomum* Schulze

40 — Coxa IV con dos espolones, el interno a menudo muy pequeño o vago 41

Coxa IV con un espolón 46

41 — Cuerpo cubierto con pelos largos, suaves y blanquecinos detrás del escudo 42

Cuerpo glabro o casi glabro o con pelos blanquecinos cortos, fuertes y comprimidos contra el cuerpo 43

42 — Los pelos forman pequeñas brochas en el margen, especialmente hacia atrás. Escudo ampliamente cordiforme, más ancho que largo. Palpos notoriamente dilatados más allá de la base. (Galápagos) .. *A. hirtum* Neumann

Los pelos no forman brochas. Escudo triangular, aproximadamente tan largo como ancho. Palpos delgados en toda la extensión. (Galápagos) ..... *A. pilosum* Neumann

43 — Escudo con la mayor parte pálida, amarillo dorado, con unas pocas manchas castañas; cordiforme, con abundante punteado fino y escaso punteado grueso diseminado. (Argentina) ..... *A. testudinis* Conil

Escudo con la mayor parte de color oscuro, con menos manchas pálidas 44

44 — Cuerpo con numerosos pelos blanquecinos, cortos, fuertes y comprimidos contra el cuerpo, detrás del escudo. Escudo cordiforme, con abundante punteado profundo y de tamaño mediano, igualmente distribuído. (Galápagos) ..... *A. williamsi* Banks

Cuerpo glabro o casi glabro detrás del escudo 45

45 — Escudo subtriangular, con escaso punteado muy grande (la mayor parte en los lados de la mitad anterior). Espolones de las coxas, más estrechos y más puntiagudos. (Norte América y Sur América). *A. dissimile* Koch

Escudo cordiforme, con abundante punteado tosco, distribuído con más uniformidad. Espolones de las coxas más anchos y más parecidos a aristas; el espolón interno de la coxa I más ancho que el externo. (Brasil) .. .. *A. rotundatum* Koch

46 — Base del capítulo casi triangular 47

Base del capítulo rectangular 49

47 — Escudo oval alargado, casi en forma de losange, más largo que ancho, oscuro castaño con manchas esmaltadas más bien borrosas, con abundante punteado más bien pequeño e igualmente distribuído. Hipostoma muy largo, lanceolado, que se adelgaza hacia la punta. (Sur América) ..... *A. longirostre* Koch

Escudo triangular o cordiforme, más ancho que largo o tan largo como ancho. Escudo con manchas esmaltadas más nítidas y con punteado tosco, más bien irregular 48

48 — Escudo más o menos cordiforme, con un par de surcos ovales y profundos en la parte anterior (cerca de la base del capítulo). Hipostoma espatulado. Tarsos bruscamente atenuados hacia las extremidades (Sur América) ..... *A. varium* Koch

Escudo más o menos cordiforme, con dos surcos anteriores profundos y estrechos, que se continúan hacia la parte posterior a la manera de depresiones superficiales. Hipostoma subagudo hacia la extremidad. Tarsos gradualmente atenuados hacia las extremidades (Sur América) .. *A. geayi* Neumann

49 — Primer artículo de los palpos con una protuberancia retrógrada, fuerte y roma en la cara ventral 50

Primer artículo de los palpos sin protuberancia retrógrada en la cara ventral 51

50 — Escudo rojizo castaño, vagamente ornamentado con manchas pálidas, pero sin manchas esmaltadas, con dos surcos estrechos y curvos en la parte anterior, que llegan cerca de la base del capítulo. (Brasil, Argentina). ..... *A. auricularium* Conil

Escudo amarilloso castaño con manchas esmaltadas nítidas, con dos hoyuelos profundos y piriformes en la parte anterior que no llegan a la base del capítulo. (Brasil, Paraguay) ..... *A. pseudoconcolor* Aragão

51 — Coxas II y III con dos espolones, el interno a menudo muy pequeño 52

Coxas II y III con un espolón 53

52 — *A. dissimile* Koch, *A. cruciferum* Neumann. (Véase número 30).

53 — Coxa I con dos espolones casi iguales, dos veces tan largos como anchos. Coxas II y III con un espolón aplanado, en forma de arista, más ancho que largo. Surcos anteriores medianos del escudo, cortos, profundos y ondulados. (Venezuela) *A. bispinosum* Neumann

Coxa I con dos espolones pequeños, que no son más largos que anchos. Coxas II y III con un espolón más pequeño, sin forma de arista 54

54 — Escudo con numeroso punteado superficial, más bien de tamaño desigual, castaño oscuro, con manchas esmaltadas irregulares y borrosas; un par de surcos anteromedianos y ovalados, en forma de hoyuelos detrás de los cuales hay un par de surcos profundos que se extienden hasta cerca del margen posterior. (Galápagos) .. *A. darwini* Hirst

Escudo con punteado de tamaño casi igual, de profundidad moderada, regulamente distribuído; un par de surcos profundos y curvos en la parte anterior, que se continúan en la parte posterior en forma de depresiones superficiales 55

55 — Escudo castaño oscuro, vagamente ornamentado con manchas esmaltadas pálidas. Ojos vagos. (Galápagos) .. *A. boulengeri* Hirst

Escudo con marcas nítidas castañas oscuras en un fondo esmaltado pálido. Ojos nítidos, de tamaño mediano. (Centro y Sur América) ..... *A. scutatum* Neumann

MACHOS

Los machos de las siguientes especies son desconocidos o inidentificables: *A. bispinosum* Neumann, *A. scalpturatum* Neumann, *A. pilosum* Neumann, *A. rotundatum* Koch (garrapata partenogenética) y *A. cordiferum* Neumann.

1 — Ojos pequeños, semi-esféricos, contorneados por un surco deprimido u órbita. Coxa IV con una espina larga. Dentición del hipostoma 3/3 ..... *A. parvitarsum* Neumann

Ojos planos o tan sólo ligeramente convejos, sin órbita 2

2 — Surco marginal completo, continuo a lo largo de todos los festones. Dentición del hipostoma 3/3 3

Surco marginal o ausente o incompleto (nunca continuo a lo largo de todos los festones en el margen posterior 23

3 — Coxa I con dos espolones largos y continuos, iguales o casi iguales en longitud 4

Coxa I o con espolones cortos o desiguales en longitud 8

4 — Escudo alargado oval, más de vez y media más largo que ancho. Coxa I con espolones muy largos y agudos, mucho más largos que el espolón de la coxa IV 5

Escudo ancho oval, menos de vez y media más largo que ancho, escasamente ornamentado con fajas o manchas pálidas, la mitad anterior no simula el escudo de la hembra. Coxa I con espolones más cortos aproximadamente tan largos como el espolón de la coxa IV. 7

5 — Espolón externo de la coxa I recto. Escudo con manchas pálidas esmaltadas, muy reducidas, la mayor parte localizadas hacia los lados, sin simular el escudo de la hembra. (Paraguay) ... *A. quasi-striatum* Rondelli

Espolón externo de la coxa I con la punta ligeramente encorvada hacia afuera 6

6 — Escudo con manchas pálidas esmaltadas bien desarrolladas, que simulan en la parte anterior, el escudo de la hembra. Punteado tosco, la mayor parte localizado en la parte posterior del escudo y en el surco marginal ..... *A. ovale* Koch

Escudo con pocas manchas pálidas esmaltadas, que no simulan en la parte anterior el escudo de la hembra. Punteado tosco, más igualmente distribuído. *A. fossum* Neumann

7 — Coxa I con espolones anchos y aplanados. Escudo cubierto uniformemente con punteado abundante y grande, aún sobre los festones ..... *A. coelebs* Neumann

Coxa I con espolones delgados y agudos. Escudo con escaso punteado fino, localizado en ciertas áreas; en los festones no hay punteado ..... *A. oblongoguttatum* Koch

8 — Escudo con los lados notoriamente deprimidos entre el ojo y el segundo festón y con una arista en forma de quilla en el área posteromediana; la mayor parte de color más oscuro y castaño pálido, el esmaltado pálido localizado en las áreas escapulares, con unas pocas manchas medianas; escaso punteado superficial distribuído únicamente en las áreas esmaltadas. Coxa I con dos espolones de longitud media, el externo ligeramente más largo y más delgado; coxas II y III con un espolón ancho, en forma de arista; coxa IV con un espolón puntiagudo, moderadamente largo .. *A. pecarium* Dunn

Escudo sin los lados deprimidos y sin arista en forma de quilla en el área posteromediana 9

9 — Coxa I con el espolón externo largo, delgado y puntiagudo 10
Coxa I con el espolón externo corto o mediano y romo. Coxa IV con un espolón corto y romo 19

10 — Coxa IV con un espolón corto. Coxa I con el espolón interno muy corto. Escudo desornamentado ..... *A. parvum* Argão
Coxa IV con un espolón largo y delgado. Escudo con manchas esmaltadas 11

11 — Coxa I con el espolón interno muy pequeño, a menudo escasamente visible. Protarsos II a IV con un par de espinas prominentes en la extremidad distal y hacia la superficie ventral. Escudo alargado, oval, con fajas esmaltadas más o menos longitudinales; punteado abundante pero más bien pequeño y la mayor parte localizado en las áreas esmaltadas ..... *A. maculatum* Koch
Coxa I con el espolón interno bien desarrollado, sobrepasa la mitad del espolón externo 12

12 — Escudo con la mayor parte de color oscuro, con unas pocas manchas pequeñas esmaltadas, la mayor parte hacia el margen. Los festones no son salientes hacia atrás. Vientre sin placas .. *A. americanum* (Linnaeus)
Escudo con áreas levantadas de color oscuro, las manchas esmaltadas más extendidas, a menudo simulan en la parte anterior el escudo de la hembra 13

13 — Vientre con placas pequeñas endurecidas frente a los festones, los cuales llevan peltae levantados 14
Vientre sin placas ni peltae 18

14 — Festones largos y estrechos, todos por lo menos dos veces más largos que anchos 15
Festones de anchura normal casi todos menos de dos veces más largos que anchos 17

15 — Escudo más alargado, oval (más largo que ancho), en su mayor parte con manchas esmaltadas ..... *A. cajennense* (Fabricius)
Escudo más ovalado (aproximadamente tan largo como ancho), con menos manchas esmaltadas (predomina el color oscuro moreno) 16

16 — *A. finitimum* Rondelli, *A. tapirellum* Dunn.

17 — Escudo lustroso, la mayor parte liso, con escaso punteado en las áreas pálidas. Peritrema en forma de coma, con un prolongamiento dorsal largo ..... *A. mixtum* Koch
Escudo casi uniformemente cubierto con abundante punteado grande. Peritrema alargado, oval, con un prolongamiento dorsal corto ..... *A. tapiri* Rondelli

18 — Festones largos y estrechos, todos por lo menos dos veces más largos que anchos. Las áreas esmaltadas del escudo más reducidas, no se extienden en la parte anterior hacia las áreas escapulares .. *A. sculptum* Berlese
Festones de anchura normal, casi todos menos de dos veces más largos que anchos. Las áreas esmaltadas del escudo más extendidas; se extienden en la parte anterior hacia las áreas escapulares. (México) .... *A. tenellum* Koch

19 — Primer segmento de los palpos sin espolón retrógrado en el lado ventral. Base del capítulo trapezoidal. Coxa I con el espolón interno corto. Vientre con placas endurecidas delante de los festones. Escudo ancho, oval, mucho más ancho hacia atrás, con manchas esmaltadas extensas, uniformemente cubierto con abundante punteado desigual .... *A. geayi* Neumann
Primer segmento de los palpos con un espolón retrógrado, ancho, plano y romo en el lado ventral. Base del capítulo rectangular. Coxa I con dos espolones cortos casi iguales. Vientre sin placas endurecidas 20

20 — Escudo uniformemente amarilloso moreno, sin manchas esmaltadas, casi liso, con escaso punteado superficial cerca del margen anterior. Festones largos y estrechos, por lo menos dos veces más largos que anchos, los externos encorvados ..... *A. curruca* Schulze
Escudo o con áreas esmaltadas, o claramente punteado. Festones de forma normal ... 21

21 — La mayor parte del escudo esmaltada, con manchas y rayas nítidas, de color moreno, casi uniformemente cubierto con abundante punteado grande. Coxas II y III con un espolón en forma de arista .... *A. cooperi* Nuttall y Warburton
La mayor parte del escudo, rojiza o amarillosa morena, con unas pocas áreas pequeñas esmaltadas, algunas veces vagas. Coxas II y III con un espolón estrecho, triangular o en forma de espina 22

22 — Escudo oscuro, rojizo moreno, con manchas esmaltadas muy pequeñas y a menudo vagas; con abundante punteado pequeño, igualmente distribuído, más tosco hacia los lados en la parte anterior ... *A. auricularium* Conil
Escudo amarillento moreno, con una serie de manchas nítidas esmaltadas, hacia la periferia; punteado muy fino, escaso y más tosco, formando una línea irregular que continúa el surco marginal hacia la parte anterior ..... *A. pseudoconcolor* Aragão

23 — Surco marginal casi completo o nítido únicamente hacia los lados. Dentición del hipostoma 3/3 24
Surco marginal rudimentario en toda la extensión o ausente 29

24 — Vientre con placas endurecidas prominentes, delante de los festones. Coxa I con dos espolones cortos y puntiagudos, el interno mucho más pequeño; coxa IV con un espolón muy corto. Escudo más bien escasamente ornamentado con manchas o fajas esmaltadas; con abundante punteado pequeño, pero profundo; el surco marginal se extiende a lo

largo de los dos primeros festones .... *A. longirostre* Koch

Vientre sin placas endurecidas 25

25 — Surco marginal interrumpido en cada lado, únicamente frente al quinto festón. Coxa IV con un espolón largo y puntiagudo 26

Surco marginal sin extenderse hacia la parte posterior, más allá del primer festón ... 27

26 — *A. Furcula* Dönitz.

A. altiplanum Dios (¿surco marginal completo).

27 — Coxa IV con un espolón largo, delgado y agudo, tan largo como la coxa; coxa I con dos espolones ligeramente desiguales, el interno algo aplanado y más corto. Palpos con un apéndice romo en la cara dorsal de la base del tercer artículo; base del segundo artículo cortada oblicuamente en la cara dorsal ... . *A. brasiliense* Aragão

Coxa IV con un espolón triangular, mucho más corto que la coxa 28

28 — Coxa I con dos espolones iguales y paralelos, el interno más ancho y aplanado. Palpos con un apéndice romo en la cara dorsal de la base del tercer artículo; la base del segundo artículo no está cortada oblicuamente en la cara dorsal. Escudo corto, oval, no es deprimido delante de los festones, que son muy cortos; la mayor parte de color oscuro o moreno pálido, con manchas esmaltadas disociadas. (Surinam) .... *A. myrmecophagae* Schulze

Coxa I con dos espolones largos y paralelos, el interno más romo, pero no mucho más ancho que el externo. Escudo alargado oval, deprimido delante de los festones, que son por lo menos tan largos como anchos; la mayor parte esmaltada, con manchas oscuras morenas ..... *A. striatum* Koch

29 — Dentición del hipostoma 4/4 30

Dentición del hipostoma 3/3 38

30 — Coxa IV con dos espolones, el interno a menudo pequeño 31

Coxa IV con un espolón 34

31 — La mayor parte del escudo mate, blanco amarillento, con una serie de manchas oscuro castañas bien definidas. Los surcos que dividen los festones son muy cortos. Punteado abundante y muy fino..... ..... *A. tuberculatum* Marx

La mayor parte del escudo castaña, con manchas pequeñas esmaltadas, dispersas, algunas veces circunscritas a las áreas escapulares. Los surcos que dividen los festones son de longitud normal 32

32 — Manchas esmaltadas reducidas a dos manchas estrechas, en las áreas antero-laterales, que se extienden ligeramente más allá de los ojos. Coxa I con dos espolones anchos, planos y redondeados, como los de la coxa II .... *A. crassum* Robinson

Manchas esmaltadas dispersas, no están circunscritas a las áreas antero-laterales ... 33

33 — Coxa I con dos espolones anchos, planos y redondeados, como los de la coxa II .... *A. humerale* Koch

Coxa I con dos espolones alargados, agudos, de tamaño mediano y mucho más fuertes que los de la coxa II ..... *A. sabanerae* Stoll

34 — Coxa I con dos espolones contiguos, largos, fuertes y aplanados, iguales o casi iguales, que dividen la coxa hasta cerca de la base; coxa IV con un espolón largo y delgado; coxas II y III con un espolón ancho y en forma de arista, ligeramente dividido por una ranura curva. Escudo de color oscuro, desornamentado, con abundante punteado tosco · densamente aglomerado en ciertas áreas ..... *A. multipunctum* Neumann

Coxa I con dos espolones cortos o medianos, que dividen la coxa cuando más hasta la mitad 35

35 — Coxas II y III con un espolón ancho, en forma de arista, mucho más ancho que largo; coxa IV con un espolón muy corto, más corto que la coxa. Escudo oscuro rojizo castaño, desornamentado, con abundante punteado grande, igualmente distribuído .... *A. goeldii* Neumann

Coxas II y III con un espolón corto, tan ancho o ligeramente más ancho que largo, sin forma de arista 36

36 — Coxa I con un surco profundo, transversal, que separa la porción anterior; espolones cortos y aplanados. Coxa IV con un espolón corto y triangular. Escudo sin manchas esmaltadas, la mayor parte de color pálido u oscuro castaño, con escaso punteado disperso, grande y profundo. Vientre con pequeñas placas endurecidas, delante de los festones ..... *A. fuscum* Neumann

Coxa I sin surco transversal que la divida. 37

37 — Escudo con manchas esmaltadas nítidas, con abundante punteado profundo y casi igual, parcial e igualmente distribuído. Coxa IV con un espolón moderadamente largo y puntiagudo ..... *A. guianense* Neumann

Escudo vagamente ornamentado con manchas esmaltadas, con abundante punteado pequeño y profundo, confluente en algunos sitios. Coxa IV con un espolón corto y más bien romo ..... *A. pictum* Neumann

38 — Coxa IV con dos espolones, el externo más largo, el interno a menudo pequeño 39

Coxa IV con un espolón interno, el externo ausente 44

39 — Periferia del cuerpo con pelos largos, blanquecinos, a menudo en brochas formadas de dos o tres pelos. Festones claramente definidos, por lo menos tan largos como anchos. La mayor parte del escudo de color blanco amarillento con manchas pálidas castañas, que simulan el escudo de la hembra en la parte

anterior; punteado abundante profundo, disperso en las áreas pálidas .... *A. hirtum* Neumann

Periferia del cuerpo sin pelos largos, o con pelos gruesos comprimidos contra el cuerpo, o casi glabra 40

40 — Escudo subcircular, casi tan ancho como largo, con hombros obtusos, con depresiones o surcos nítidos que separan un falso escudo de la hembra, con una raya mediana y posterior levantada y áreas laterales e irregulares salientes; la mayor parte cubierta con abundante punteado de tamaño mediano, profundo y discreto. Límites de los festones, escasamente marcados hacia atrás .... *A. williamsi* Banks

Escudo ni subcircular, ni con depresiones nítidas, ni con áreas salientes 41

41 — Escudo tan ancho como largo, pálido castaño, con una raya esmaltada grande, continua, en cada lado; con punteado muy fino, uniformemente distribuído. Vientre con placas endurecidas delante de los festones, que están bien delimitados y dorsalmente son tan anchos como largos. (Cuba) .... *A. torrei* Vigueras

Escudo o casi desornamentado o las áreas esmaltadas no forman rayas laterales 42

42 — Escudo con la mayor parte de color pálido castaño, con unas pocas manchas esmaltadas a lo largo del margen, en los festones y cerca de ellos, hacia la parte posterior; punteado muy escaso, disperso en la mitad posterior y cerca del margen, casi ausente en el área antero-mediana .... *A. deminutivum* Neumann

Escudo con áreas esmaltadas más extensas; punteado desigual, parte muy grande y profundo 43

43 — Escudo la mayor parte con esmaltado amarillo dorado, con escasas manchas pálidas castañas; punteado de dos tamaños, parcial e igualmente diseminado. Festones cortos, cuando más tan largos como anchos .... *A. testudinis* Conil

Escudo con manchas de color rojizo castaño muy extensas, en un fondo esmaltado pálido amarillento; el punteado no está igualmente distribuído, casi falta en el área antero-mediana. (Florida, C. y S. América) .... *A. dissimile* Koch

44 — Coxa I con dos espolones largos, anchos, aplanados, contiguos, iguales o casi iguales .. 45

Coxa I o con espolones cortos o notoriamente desiguales en longitud 49

45 — Coxa IV con un espolón largo y delgado, tan largo como la coxa 46

Coxa IV con un espolón corto o mediano, más corto que la coxa 48

46 — Escudo completamente oscuro, sin manchas esmaltadas; punteado abundante, muy tosco, aglomerado en ciertas áreas. Coxas II y III con un espolón ancho, en forma de arista, más o menos dividido por una ranura curva.....*A. multipunctum* Neumann

Escudo claramente ornamentado con manchas esmaltadas pálidas en fondo oscuro; punteado abundante, grande, más bien igualmente distribuído. Coxa II y III con un espolón corto, moderadamente ancho y sin forma de arista 47

47 — Base del capítulo irregularmente pentagonal, con cuernos cortos. Escudo con dos surcos medianos, largos y divergentes, en la parte anterior; festones salientes, ampliamente separados entre sí ... *A. leucozomum* Schulze

Base del capítulo rectangular, con cuernos largos y fuertes. Escudo con dos hoyuelos medianos, cortos y ovales, en la parte anterior; festones no salientes y contiguos .... *A. calcaratum* Neumann

48 — Palpos cortos, subcónicos, con una arista saliente que contornea el borde posterior del segundo artículo; primer artículo enormemente ensanchado en la cara ventral. Escudo con manchas esmaltadas pálidas reducidas; festones hacia la cara ventral, ni salientes ni bífidos .... *A. nodosum* Neumann

Palpos largos, subcilíndricos, sin salientes notorias. Escudo con manchas pálidas esmaltadas, extensas; festones salientes y bífidos en sus ápices, hacia la cara ventral .... *A. incisum* Neumann

49 — Coxa III con dos espolones pequeños; coxa II con dos espolones, el interno pequeño. La mayor parte del escudo de color sucio amarillento, vagamente manchado con castaño, sin manchas esmaltadas; punteado abundante, superficial, disperso en las áreas pálidas ..... *A. cruciferum* Neumann

Coxa III con un espolón 50

50 — Coxa II con dos espolones, el interno muy pequeño 51

Coxa II con un espolón 52

51 — Escudo ampliamente ornamentado con manchas y rayas esmaltadas, que simulan hacia la parte anterior el escudo de la hembra; punteado abundante, de tamaño grande y más bien igualmente distribuído .... *A. scutatum* Neumann

Escudo pálido castaño, con unas pocas manchas esmaltadas pálidas, cerca del margen, en los festones y delante de ellos; punteado muy escaso, la mayor parte diseminado en la mitad posterior y cerca del margen; casi falta en el área antero-mediana .... *A. deminutivum* Neumann

52 — Coxa I con espolones moderadamente largos o fuertes 53

Coxa I con espolones pequeños y cortos ... 55

53 — Coxa I con espolones desiguales, el externo delgado y agudo. Escudo pequeño (2.5 mm.), ampliamente oval, claramente ornamentado,

con abundante punteado de tamaño mediano y superficial. Festones muy cortos .....
..... *A. mantiquirense* Aragão

Coxa I con espolones anchos, casi iguales. Festones largos 54

54 — Escudo ancho, oval, casi desornamentado, con abundante punteado pequeño. Hipostoma largo, espatulado ..... *A. pacae* Aragão

Escudo alargado oval, claramente ornamentado con manchas esmaltadas extensas; punteado abundante, grande y profundo, casi uniformemente distribuído. Hipostoma espatulado ..... *A. varium* Koch

55 — Escudo grande (4.5 mm.), subtriangular, rojizo amarillento, desornamentado, casi liso; escaso punteado muy fino, localizado la mayor parte en los lados.. *A. fulvum* Neumann

Escudo pequeño (2 a 3 mm.), oval, o casi tan ancho como largo 56

56 — Escudo vagamente ornamentado, pero las manchas esmaltadas simulan hacia la parte anterior, el escudo de la hembra; festones cortos, casi bien definidos; con una depresión oblicua y curva, que se extiende hacia afuera y hacia adentro, del primer festón de cada lado ..... *A. boulengeri* Hirst

Escudo oscuro castaño, desornamentado, con depresiones superficiales, sin depresiones curvas que se extienden de los primeros festones; festones vagos, con ligeras separaciones; punteado abundante, pequeño y casi igual ..... *A. darwini* Hirst

1 — *A. americanum* (Linnaeus).—L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 97) anota esta especie en perro y en cerdo de la isla de San Miguel, una de las islas de las Perlas en la bahía de Panamá.

2 — *A. auricularium* (Conil).—Tres hembras fueron colectadas en un armadillo, *Dasypus novemcinctus,* procedente de Restrepo, Int. del Meta (Orjuela).

3 — *A. cajennense* (Fabricius).—Neumann (1899, Mém. Soc. Zool. France, XII, p. 208) y Robinson (1926, Ticks, IV, p. 53) lo anotan como procedente de Colombia y Panamá. L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 96) dice que es la especie más importante en Panamá. También refiere que fue la especie común en todas las regiones de Colombia que visitó (1929, Amer. Jl. Trop. Med., IX, p. 507). Se colectaron muchos ejemplares en la región de Villeta, Depto. Cundinamarca, en caballo, cerdo, gato, perro y hombre (J. C. Bequaert y L. Patiño C.); en San Vicente de Chucurí, Depto. Santander, en caballo (J. C. Bequaert); en Restrepo, Int. del Meta, en caballo, coatí, *Nasua socialis,* y en hombre (J. C. Bequaert, E. Osorno y J. Boshell).

4 — *A. crassum* Robinson (1926, Ticks, IV, p. 177, fig. 83).—Esta especie fue descrita en ejemplares colectados en una tortuga terrestre procedente del Darién, Rep. Panamá. Siete machos fueron colectados en una tortuga terrestre o "morrocoi" procedente de Restrepo, Int. del Meta (J. Boshell M.). Colecté machos en tortugas terrestres, procedentes de Villavicencio, Int. del Meta, (Marzo, 1939).

5 — *A. deminutivum* Neumann (1899, Mém. Soc. Zool. France, XII, p. 221).—Esta especie se basó originalmente en hembras colectadas en una culebra importada de Colombia a París "Jardin des Plantes".

6 — *Amblyomma dissimile* Koch.—Es una garrapata muy común en reptiles y anfibios. Neumann (1899, Mém. Soc. Zool. France, XII, p. 230) la anota como procedente de Colombia y Panamá; Robinson (1926, Ticks, IV, p. 167) la anota procedente de Panamá. De acuerdo con L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 97) esta especie predomina en iguana *(Iguana tuberculata),* en sapo *(Bufo marinus),* en muchas culebras *(Boa imperator; Epicrates cenchria;* etc.) en Panamá. Dunn (1929, Amer. Jl. Trop. Med., IX, p. 508) anota esta especie en Colombia en *Boa imperator* de Barranquilla y en *Iguana tuberculata* de Sevilla. Fueron colectados ejemplares en Restrepo, Int. Meta, en *Bufo marinus* (J. C. Bequaert); en Bonda, cerca de Santa Marta, Depto. Magdalena, en *Boa enydris cookei;* y en Aracataca, Depto. Magdalena (J. P. Darlington).

7 — *A. geayi* Neumann (1899, Mém. Soc. Zool. France, XII, p. 223).—Esta garrapata fue originalmente descrita en parte en machos procedentes del Darién, Rep. Panamá. Se colectaron ejemplares en Fort Sherman, C. Z., en *Choloepus hoffmanni* (R. K. Enders).

8 — *A. goeldii* Neumann.—Robinson (1926, Ticks, IV, p. 244) anota esta especie en un sapo procedente de Condoto, Int. del Chocó.

9 — *A. humerale* Koch.—L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 99) fueron colectados ejemplares en una tortuga en la región del Río Boquerón, Panamá.

10 — *A. leucozomum* P. Schulze.—Cuatro machos colectados en "oso hormiguero", *Tamandua tetradactyla,* procedente de Restrepo, Int. del Meta, (J. Boshell M.).

11 — *A. longirostre* (Koch).—Un macho se encontró en un puerco-espín, *Cercolabes prehensilis,* procedente de Muzo, Depto. Boyacá. L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 98) lo encontró en Panamá en *Coendu rothschildi.* Vi un ♂ colectado en puerco-espín, *cercolabes* sp., por R. M. Gilmore, (1939).

12 — *A. maculatum* Koch. — Robinson (1926, Ticks, IV, p. 44) lo anota procedente de Ambalema, Río Magdalena, Depto. Tolima. Un macho fue colectado por Patiño C. en la vereda de Tobia, cerca de Villeta, Depto. Cundinamarca, en la oreja de un caballo.

13 — *A. naponense* (Packard).—L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 99) anota esta especie en un "oso hormiguero", *Tamandua tetradactyla chiriquensis,* y en un pecari, *Pecari angulatus bangsi,* procedentes del Río Boquerón, región de Panamá. *A. mantiquirense* Aragão es un sinónimo.

14 — *A. nodosum* Neumann.—Tres hembras fueron colectadas en "oso hormiguero", *Tamandua tetradactyla,* en Restrepo, Int. del Meta (J. Boshell M.). L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 98) también lo encontró común en *Tamandua tetradactyla chiriquensis* en Panamá.

15 — *A. oblongoguttatum* Koch.—*A. darlingi* Nuttall (1912, Parasitology, V. p. 50) es un sinónimo y se basó en ejemplares colectados en ciervo y en zopilote, *Catharista urubu,* en Panamá. De acuerdo con L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 97), la especie es común en Panamá en una variedad de animales domésticos y silvestres y en una ave, *Crax panamensis.*

16 — *A. ovale* Koch.—L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 100) anota ejemplares colectados en Alhajuela, Panamá, en *Tamandua tetradactyla chiriquensis.* Estas garrapatas no pertenecen quizá a la especie ovale.

17 — *A. pacae* Aragão.—Una hembra se encontró en el lado interno de la cadera de una "lapa", *Aguti paca,* en Restrepo, Int. del Meta (J. Boshell M.).

18 — *A. parvum* Aragão.—L. H. Dunn (1923, Amer, Jl. Trop. Med., III, p. 99) refiere que se colectaron adultos en venado de cola blanca en Panamá; mientras que las larvas y ninfas eran comunes en ratas de las plantaciones de algodón, *Sigmoden hispidus chiriquensis,* cerca de Balboa, Z. del C.

19 — *A. pecarium* Dunn (1933, Parasitology, XXV, p. 356, figs. 3-4). Esta especie fue descrita en ejemplares colectados en pecari, *Pecari angulatus bangsi,* de Miraflores, Z. del C., Panamá.

20 — *A. rotundatum* Koch.—Una hembra y varias ninfas se colectaron en un sapo, *Bufo marinus,* en Restrepo, Int. del Meta (J. C. Bequaert).

21 — *A. sabanerae* Stoll.—P. Schulze (1937, Zeitschr. f. Parasitenk., IX, p. 692, fig. 3) vio ♂ y ♀ de esta especie como procedente de Colombia, sin especificar huésped ni localidad.

22 — *A. striatum* Koch.—Neumann (1899, Mém. Soc. Zool. France, XII, p. 213) lo anota del Darién, Rep. Panamá. Fue colectado en Puerto Boy, Comisaría del Putumayo, por el Dr. L. Patiño C. Ha sido a menudo confundido con *A. ovale* Koch.

23 — *A. tapirellum* Dunn. (1923, Parasitology, XXV, p. 353). Originalmente descrita de Summit, Z. del C., Panamá, proc. de *Tapirella bairdii.* Machos y hembras también fueron colectados por el extinto Profesor W. M. Wheeler en Barro Colorado, Z. del C.

24 — *A. varium* Koch.—Robinson (1926, Ticks, IV, p. 209) lo anota procedente de un perezoso *Bradypus tridactylus,* de Condoto, Int. del Chocó; y de *Choloepus hoffmanni* de Ancón, Z. del C., Panamá. L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 98) dice que es común en Panamá.

HAEMAPHISALIS Koch

Se conocen dos especies procedentes de Colombia y Panamá.

HEMBRAS

1 — Escudo más largo que ancho, con punteado tosco, irregular y confluente. Cuernos dorsales muy cortos, menos de un tercio de la longitud de la base del capítulo. Palpos: segundo segmento con el margen dorsal interno bruscamente ensanchado cerca del ápice; tercer segmento sin espina ventral .... *H. proxima* Aragão

Escudo casi circular o ligeramente más ancho que largo, con punteado fino, igualmente distribuído. Cuernos dorsales largos, más de un tercio de la longitud de la base del capítulo. Palpos: segundo segmento con el margen dorsal interno recto; parte ventral del tercer segmento con un gancho fuerte en forma de espina ..... *H. kochi* Aragão

MACHOS

1 — Escudo con punteado denso y tosco, algo confluente en los lados. Cuernos dorsales cortos, menos de un tercio de la longitud de la base del capítulo; pequeño cuerno ventral. Palpos: segundo segmento fuertemente prolongado hacia el margen basal externo, bruscamente ensanchado cerca del ápice en la parte dorsal del margen interno; parte ventral del tercer segmento con una ligera cresta ..... *H. proxima* Aragão

Escudo con punteado muy fino y disperso. Cuernos dorsales largos, más de la mitad de la longitud de la base del capítulo; sin cuernos ventrales. Palpos: parte basal del segundo segmento débilmente saliente, con el margen dorsal interno recto; parte ventral del tercer segmento con un espolón retrógrado muy largo y agudo .... *H. kochi* Aragão

1 — *Haemaphysalis proxima* Aragão.—Machos, hembras y ninfas fueron colectados en un conejo silvestre procedente de Muzo, Depto. Boyacá, por el Dr. M. Roca García. Una ninfa fue colectada también en Muzo, en huésped humano. He visto machos, hembras y ninfas colectados en un conejo silvestre procedente de Casa Blanca, Girardot, Cundinamarca, por A. Gast G. (1940). Aragão describió originalmente esta especie como una variedad de Norte América, *H. leporis-palustris* (Pakard), pero la comparación de ambas especies demuestra la existencia de diferencias estructurales que parecen de valor específico. L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 96) anota *H. leporis-palustris* como procedente de un conejo doméstico de Panamá (posiblemente importado de Estados Unidos) y también como procedente de un *Dasyprocta punctata isthmica* silvestre, de Matachin, Z. del C. El último es más probable que haya sido *H. proxima.*

2 — *Haemaphysalis kochi* Aragão.—L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 96) anota esta especie, procedente de venado de cola blanca, *Odocoileus chiriquensis,* de Frijoles, Panamá.

BOOPHILUS Curtice

Se han anotado tres especies procedentes de Colombia y Panamá.

HEMBRAS

1 — Espinas de la coxa I muy anchas y contiguas. Coxas II y III sin lóbulo. Ojos convejos y algo salientes del margen extremo del escudo ..... *B. annulatus* (Say)

Espinas o lóbulos de la coxa I separados por una ranura ancha y profunda. Coxas II y III ensanchadas o lobuladas en la parte baja del margen externo. Ojos planos, no salientes del margen del escudo 2

2 — Ojos circulares, colocados cerca del margen del escudo ..... *B. cyclops* Minning

Ojos ovalados, alejados del margen del escudo ..... *B. microplus* (Canestrini)

MACHOS

1 — Cuerpo sin protuberancia mediana caudal. Espina externa de la coxa I delgada, en forma de dedo ..... *B. annulatus* (Say)

Cuerpo con una protuberancia mediana caudal. Espina externa de la coxa I ampliamente triangular 2

2 — Espina externa triangular de la coxa I roma ..... *B. microplus* (Canestrini)

Espina externa triangular de la coxa I aguda ..... *B. cyclops* Minning

1 — De acuerdo con W. Minning (1934, Zeitschr. f. Parasitenk., VII, p. 35), la garrapata común del ganado en Colombia y Panamá es *Boophilus (Uroboophilus) microplus* (Canestrini). El vio ejemplares procedentes de Cartagena. Esta es probablemente la garrapata anotada por L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 95 y 1920, Op. cit., IX, p. 507), con el nombre de *Margaropus annulatus australis,* de Panamá (prácticamente en ganado de cualquier localidad) y Colombia (Bucaramanga; Barranquilla; y a lo largo del Río Magdalena). *B. microplus,* encontrado en ganado en Pto. Boy, Int. Putumayo; Río Igara-Paraná (La Enea), Int. Amazonas; y la Unión, cerca a Restrepo, Int. Meta.

2 — L. H. Dunn (1923, Amer. Jl. Trop. Med., III, p. 95) también menciona la existencia de *Boophilus annulatus* (Say) en Panamá, pero probablemente tan sólo en ganado recientemente importado de Estados Unidos.

3 — *Boophilus (Uroboophilus) cyclops* Minning es una especie de Centro América muy cercana a *B. microplus.* Minning incluye a Panamá en la distribución geográfica. Que *cyclops* sea actualmente distinto de *microplus,* está por discutir.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):222-246, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.588

Membracidae colombianae. Revisión de las especies colombianas del género *Membracis*

Leopoldo Richter

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1947, 8 (27): 382-403.



Leopoldo Richter (1896-1984)

La rica fauna tropical ha sido un imán para muchos naturalistas y exploradores foráneos, algunos de ellos tan famosos como Darwin, Wallace y Bates. A esta fascinación no pudo escapar el entomólogo, naturalista y artista Leopoldo Richter, de quien hace poco alguien dijo adecuadamente "Lo suyo fue el cruce de dos universos, el del arte y el de la naturaleza". Leopoldo Richter fue, además, un agudo observador de la naturaleza como un todo, el que incluía desde los diminutos insectos objeto de su estudio y pasión, hasta los paisajes y los habitantes de las selvas y sabanas, los cuales exploró hacia la mitad del siglo pasado en su nueva patria. Richter llega a Colombia en 1935 para no abandonarla nunca, seducido como estaba por la exuberancia de bosques, ríos, animales y pueblos de un país cuya exploración apenas comenzaba y donde, incluso, llegar a los Llanos podría convertirse en una odisea. Su visión de la naturaleza y sus técnicas de dibujo y pintura, acompañadas por el trasfondo del ejercicio académico en la Universidad Nacional de Colombia, fueron el entramado perfecto para sus acercamientos a la riqueza de formas y colores de los insectos en los trópicos.

Los membrácidos constituyen uno de los grupos de insectos más interesantes de los trópicos del mundo. Comprenden una familia natural dentro de los Auchenorrhyncha, división de Hemiptera (cochinillas, cigarras, chinches), agrupación que comprende muchas formas adaptadas para alimentarse de las plantas gracias a sus aparatos bucales especializados. Los membrácidos poseen varias tácticas para evadir enemigos, como son el asociarse con hormigas o disfrazarse como espinas de plantas. Algo que ha llamado la atención de naturalistas desde el siglo XIX es la rica variedad de prolongaciones dorsales del pronoto (la parte más anterior del tórax) que desafía al más imaginativo de los biólogos; de hecho, para algunos entomólogos este es un ejemplo de evolución sin control. Los tamaños, formas y colores de tales prolongaciones no podrían pasar desapercibidos al ojo del académico y artista Leopoldo Richter, quien en esta ya clásica publicación ofreció una sinopsis de las 20 especies entonces conocidas del género *Membracis*, varias de ellas nuevas para la ciencia y que fueran recolectadas en localidades de los Llanos, el Amazonas y la Cordillera Oriental. Para cada especie se ofrece información individual para inmaduros y adultos, excelentes dibujos en blanco y negro (algunos en láminas a color), información de hábitat (altura, tipo de paisaje, asociación con plantas), notas comparativas entre especies y localidades, etc. Si bien el lenguaje de la época dista del árido y monótono de las revisiones actuales, las observaciones y dibujos son suficientes para entender la variedad de esta familia tropical. Y de una u otra forma Richter abrió las puertas para investigaciones futuras; de Membracidae sabemos que sólo en Colombia hay unos 116 géneros y casi 500 especies.

Fernando Fernández, Ph. D.
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad nacional de Colombia

MEMBRACIDAE COLOMBIANAE

REVISION DE LAS ESPECIES COLOMBIANAS DEL GENERO MEMBRACIS

LEOPOLDO RICHTER
Del Servicio de Entomología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia—Bogotá.

La presente descripción de las especies colombianas del género *Membracis* se refiere, principalmente, al ambiente natural.

Con tal fin se han escogido, para observaciones y recolección, tres regiones típicas de la zona caliente, con regiones adyacentes templadas, es decir, regiones de mayor altitud (1.000-1.800 metros) donde se encuentran todavía especies de este género. Tales regiones son:

1ª Los Llanos orientales alrededor del río Meta (tierra caliente: 450-390 metros), inclusive las estribaciones de la Cordillera Oriental (tierra templada) hacia el sur los ríos Humadea y Guamal, y el río Casanare hacia el norte.

2ª La ladera occidental de la Cordillera Oriental hacia las llanuras de los ríos Opón, Carare y Magdalena (alrededor de los 400 a 300 metros). Sobre la misma latitud como en la región anterior.

3ª La región del río Amazonas, desde Leticia hasta Loreto-Yacu en dirección occidental, y hacia el norte al río Cotuhé. Distinta latitud pero poca diferencia de longitud, como en las dos anteriores regiones.

Las dos primeras regiones mencionadas tienen condiciones climáticas muy parecidas, pero altas cumbres de la cordillera impiden completamente el traspaso de todas las especies tropicales del género *Membracis*. Tampoco hay posibilidades de rodeo ni por el norte ni por el sur.

En cambio, no está obstaculizada la comunicación entre el Amazonas y los Llanos orientales.

Aunque todas estas regiones muestren una base común como punto de salida en el desarrollo de todas las especies, la existencia de formas absolutamente distintas en su forma de aparición en el valle del Magdalena y en los Llanos orientales y Amazonas señala el camino distinto que ha tomado la formación de estas especies en cada uno de dichos lugares.

Las formas de apariencia de este género, del río Amazonas, se distinguen en algunos detalles de las de los Llanos. Pero estas diferencias tienen sus reglas y no sólo se limitan en los *Membracidos* (1).

(1) En la región del Amazonas se nota en muchas familias de insectos una cierta diferencia en extensión e intensidad del colorido, sin cambio alguno en el carácter del dibujo. Es decir, este dibujo puede mostrar claramente dos formas distintas de expresión: primera, su tamaño en proporción con el área de la superficie invariable del fondo.

Siempre y cuando que en *Membracis tectigera* se está ensanchando de modo esencial y constante la mancha central en proporción con el área total del apéndice, el color de esta mancha trata de desalojar el colorido original del apéndice; y segunda, el aumento de la intensidad del color: si se presenta también tales influencias basadas en un cambio del ambiente un aumento de la intensidad del color, se establece cierta dirección en el desarrollo de los colores.

En el primer caso: en la región inmediata a las orillas del río Amazonas, *M. tectigera* tiene manchas más anchas sin que se ensanche la franja frontal. (Fig. 1. *Membracis tectigera* Stoll ♀, de los Llanos orientales, cerca de Villavicencio; vive en *Vismia beccifera* (L.) Tr. et Pl.

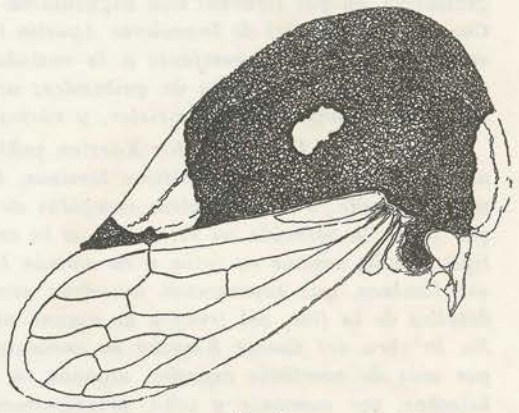


Fig. 1.

Fig. 2. *Membracis tectigera* Stoll ♂ + ♀ + larva, del río Tacana de la región amazónica sobre *Vismia beccifera* (L.) Tr. et Pl.).

En el segundo caso: el color, generalmente gris-blanco o gris-amarillo, no se vuelve más oscuro o más amarillo sino que pasa a un blanco tan brillante y puro, que hace necesario mezclar un color blanco con azul para lograr su reproducción gráfica.

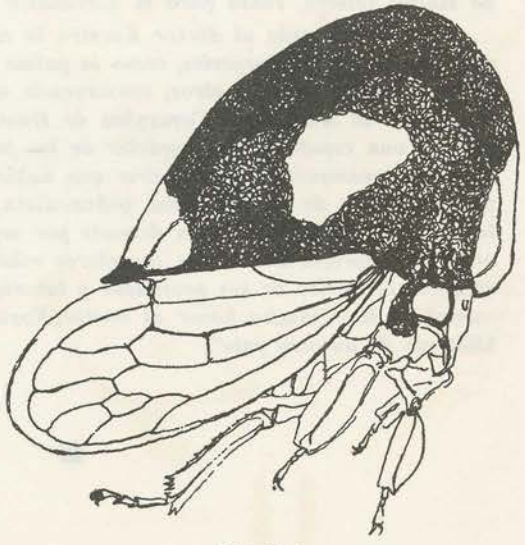


Fig. 2 ♂

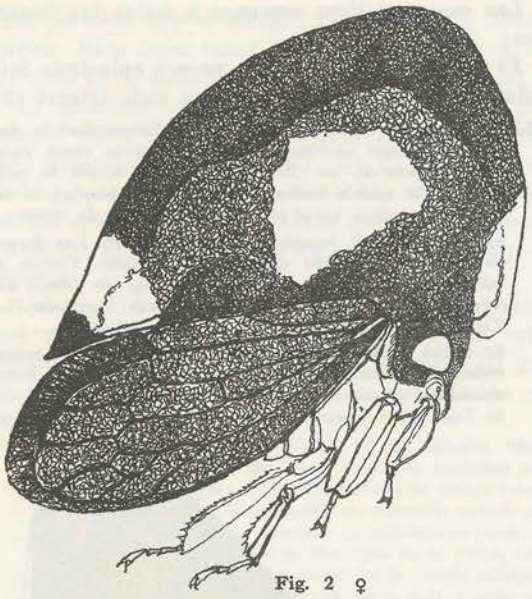


Fig. 2 ♀

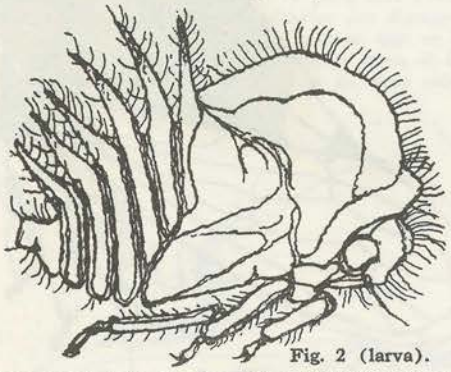


Fig. 2 (larva).

Como un ejemplo de otro orden (*Lepidóptera*) menciono la *Dinia mena* Hbn. (*Euchromiidae*) (Fig. 3). Las figuras muestran claramente un aumento proporcional de todas las áreas negras en sus alas, si la larva ha vivido en un clima de creciente humedad. (Véanse las figuras *a)* ejemplar de Caño Grande, Meta, y *b)* de Leticia, Amazonas). Las larvas de estas regiones, tan distintas en clima, viven siempre de las mismas plantas (gramíneas); no ha sido posible constatar diferencias en las larvas, como tampoco en la actitud extraña que presentan durante su crisalidación. Igualmente puede constatarse en *Hystiaea bellatrix* Wkr. toda una escala de coloridos crecientes y menguantes al mismo tiempo, lo que depende de si los ejemplares provienen del norte (Meta) que es más bien seco, o del sur que es húmedo. Análogamente, los colores también varían, si se trata de cambios típicos en el clima dentro de cierto distrito (Fig. 4: *a)* selva de los Llanos orientales (Meta); *b)* selva al pie de la Cordillera Oriental (llueve casi diariamente); *c)* Río Orteguaza, Putumayo (Tres Esquinas), y *d)* río Tacana, Amazonas.

El fondo de las alas es de color negro, las manchas (punteadas en el dibujo) de color amarillo, y las negras, de color rojo.

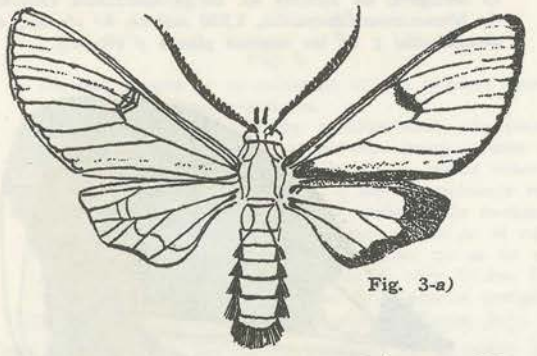


Fig. 3-*a)*

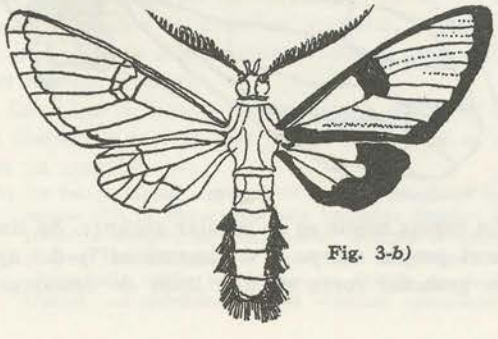


Fig. 3-*b)*

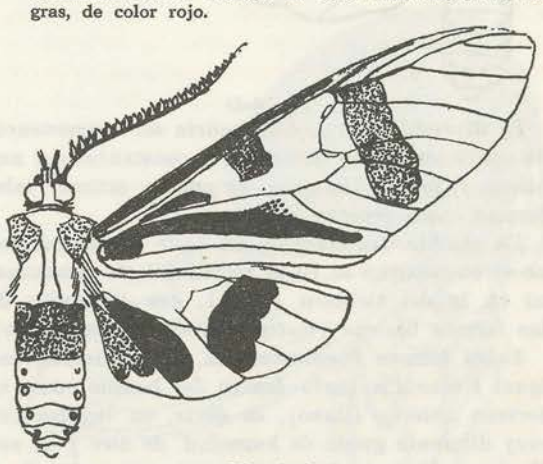


Fig. 4-*a)*

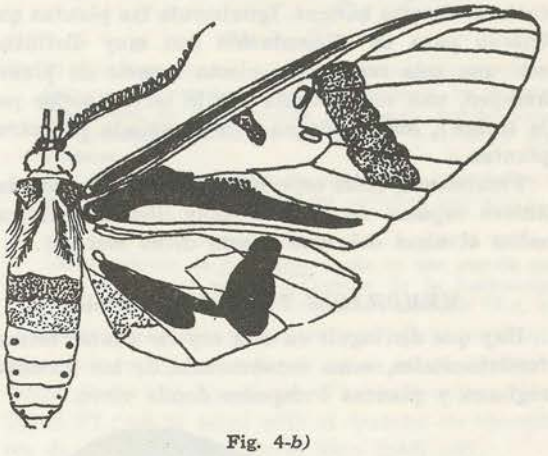


Fig. 4-*b)*

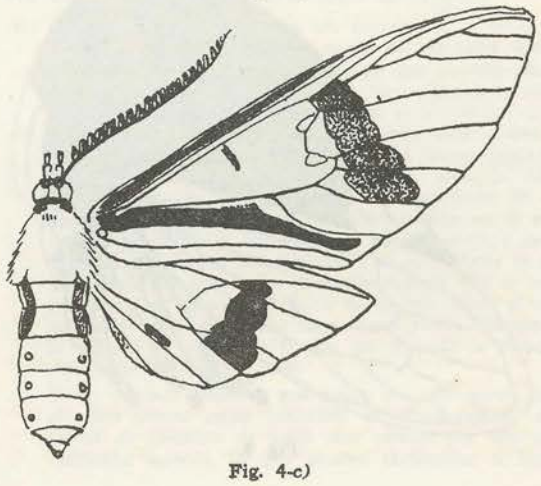


Fig. 4-*c)*

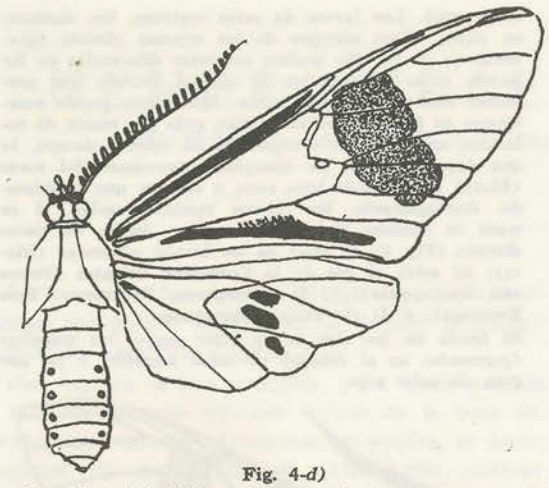


Fig. 4-*d)*

La diversidad de colores podría ser consecuencia de condiciones muy definidas y constantes del ambiente y, por lo tanto, no se pueden estimar tales formas como especies distintas.

En cambio, las especies del valle del Magdalena no se encuentran ni en la región del río Amazonas ni en la del Orinoco (Meta), con excepción de las formas básicas (*tectigera-elevata* y *mexicana*).

Estas formas fundamentales viven además, con igual frecuencia tanto dentro del bosque como en terreno abierto (llano), es decir, en lugares con muy diferente grado de humedad de aire y de sol. Factores diversos demuestran que, en realidad, se trata de formas básicas. Igualmente las plantas que buscan para su alimentación son muy distintas, con una sola regla: que cierta especie de planta huésped, una vez escogida por la larva (mejor por la madre), más tarde no será cambiada por otras plantas.

Finalmente, estas especies fundamentales son las únicas capaces de vivir en muy distintas alturas sobre el nivel del mar (hasta 2.100 metros).

MEMBRACIS TECTIGERA Stoll.

Hay que distinguir en esta especie cuatro formas fundamentales, como consecuencia de las distintas regiones y plantas huéspedes donde viven.

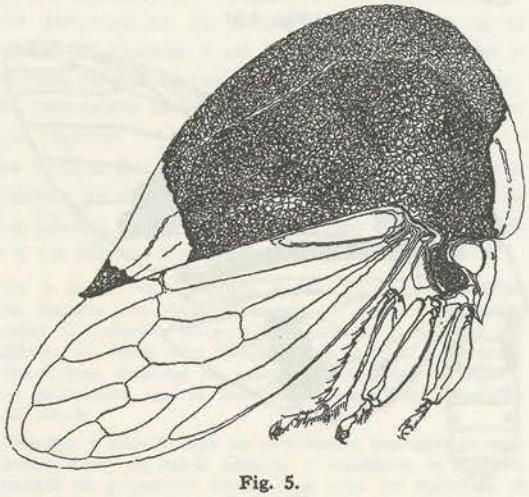


Fig. 5.

Las características comunes a todas las formas son:

El apéndice pronotal, que parece aplastado lateralmente, tiene forma de casco en vista lateral (2).

(2) Varía mucho esta forma de casco. Encontrándola dentro del mismo ambiente, puede estimarse como causa la diferencia de las plantas huéspedes donde se halla siempre la misma variedad, aunque las plantas se encuentren muchas veces muy distantes unas de otras:

a) Sobre *Vismia beccifera* (L.) Tr. et Pl. Las formas de *tectigera* (también *elevata*) varían sobre *Vismia*, de tal manera que se puede juzgar este tipo de dibujo sólo como tipo promedio. (Fig. 5 en *Vismia beccifera* (L.) Tr. et Pl., de los Llanos orientales, Acacías).

b) Sobre *Banara mollis* Tul., Flacourtiácea del mismo orden de *Vismia* (Parientales), se encuentra la forma agudizada y más triangular (Fig. 6). En *Banara mollis* Tul. de los Llanos orientales, Río Guamal, 450 metros.

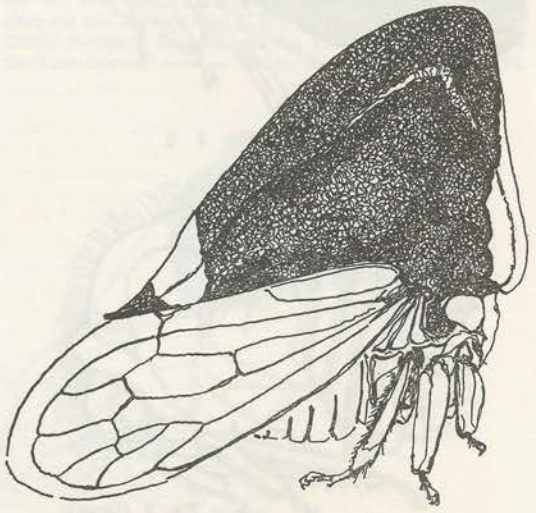


Fig. 6.

c) Sobre *Oenotheracea* y *Melastomatacea* viven formas cuyo apéndice pronotal tiene un desarrollo trapezoide. *Oenotheracea* (*Jusiaea* sp.) que se encuentra en mayores alturas (1.300 m.), y en *Melastomatacea*, en 400-500 metros sobre el nivel del mar. (Véase Fig. 7: *a) tectigera*, en *Jusiaea* sp. de la Cordillera Oriental, río Manzanares-Guayuriba, 1.350 metros; *b) elevata*, del mismo sitio y en las mismas planta y altura).

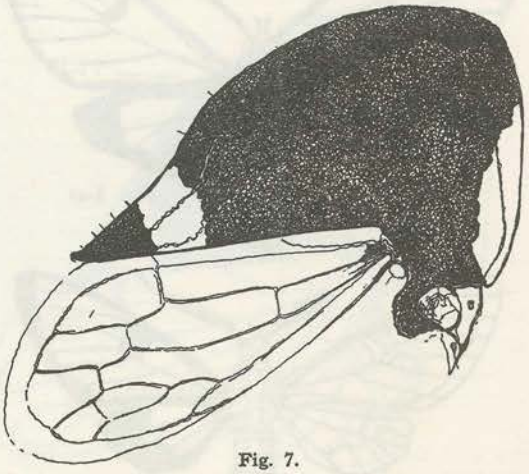


Fig. 7.

La carina media es de regular anchura. Su límite con el propio cuerpo ("tridimensional") del apéndice pronotal corre en una línea de demarcación

casi paralela con el margen exterior de la misma carina. Esta línea basal de la carina media es encorvada en el metopidio y en la parte subapical.

El apéndice pronotal y la carina media se prolongan sobre la base de la cabeza. Generalmente esta prolongación no va más allá de la sutura cefálica, pero no son raros, tampoco, los ejemplares en los cuales sobresale y otros que no les alcanza (obsérvense las distintas figuras de *tectigera* y de *elevata*).

Color y dibujo: el apéndice pronotal casi siempre parece negro, pero es solamente de un color pardo (chocolate), más o menos intensivo. El grado de tal densidad está aparentemente influído por la nutrición (3).

(3) Sobre *Solanum jubatum* Willd. (Caño Grande, Meta, 450 m. sobre el nivel del mar) vive una variedad muy típica de *M. tectigera*. (Fig. 8). En ella la franja frontal ya no tiene línea de demarcación en dirección apical, porque el color general del apéndice (generalmente pardo oscuro) es tan claro que no se distingue de la franja frontal blanca. Solamente poco antes de la franja subapical el colorido blanco-amarillento se pone más y más pardo, pero nunca muy oscuro (hecho que demuestra, difícil de probar en las especies oscuras, que en general la densidad del pigmento se aumenta hacia el ápice, o que la parte anterior del apéndice no tiene más material que la parte posterior).

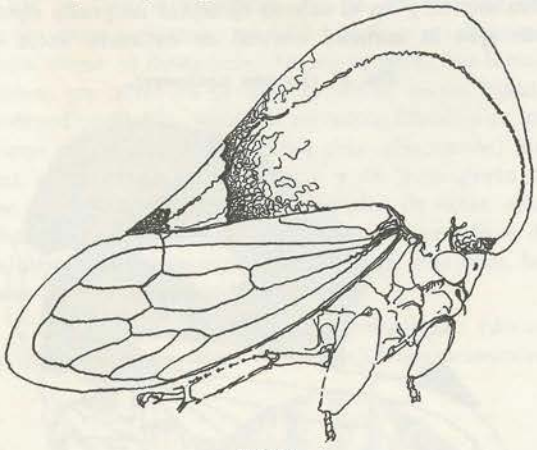


Fig. 8.

De esta especie no se encuentra sino la primera forma, pero de modo muy constante.

A este hecho corresponde completamente la planta huésped y la manera de encontrarse siempre fuera de la selva, pero cerca a su orilla. Si la planta crece a mayor distancia de las selvas, o sea en ambiente más seco, falta inmediatamente esta variedad de *tectigera*. Aunque frecuentemente se halla esta planta en el valle del Magdalena y sus valles adyacentes, no se ha encontrado nunca *tectigera* de esta u otra forma. Las larvas no se distinguen de otras de la especie *tectigera*.

Siempre existe una franja subapical que deja libre un triángulo de cierto tamaño en el color básico como ápice del apéndice pronotal, y una franja frontal, la que sólo se eleva hasta la media altura del margen frontal.

Esta franja blanca frontal puede definirse como el distintivo más simple y más seguro de la especie en cuestión (4).

(4) La franja frontal nunca varía en los ejemplares de una misma cría ni aún en sus más pequeños detalles. Experimentos diversos han confirmado siempre lo antedicho; por eso ha sido posible reunir los individuos de una misma cría según las formas en detalle de su franja frontal, escogiéndolos de los diversos ejemplares que viven a veces en gran cantidad sobre una misma planta (*Vismia*, a veces árbol de 6 a 8 metros de altura). Pero cualquiera que sea el aspecto en la variedad de los adultos, las larvas no se distinguen: tienen las espinas dorsales cortas, cónicas y de un color amarillo claro.

Primera forma de Membracis tectigera. — *M. tectigera* Stoll. ♂. (Fig. 9). Llanos orientales; vive sobre *Vismia beccifera* (L.) Tr. et Pl. con apéndice mal desarrollado por la sequedad del aire. Color básico: pardo de densidad variada; franja frontal semialta; franja subapical blanca; el tamaño del apéndice pronotal varía (5).

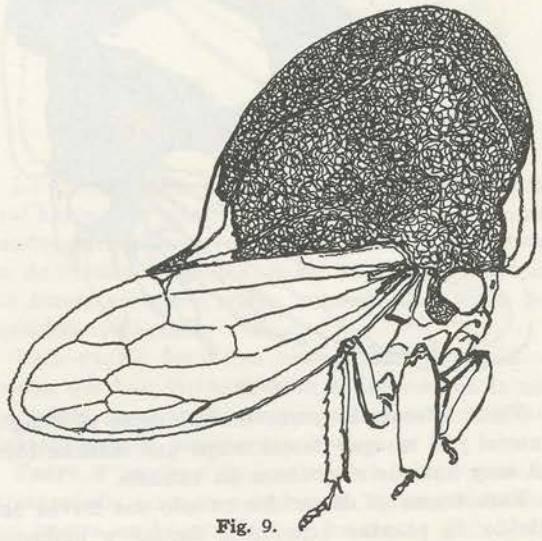


Fig. 9.

(5) El apéndice pronotal varía en su tamaño independientemente del tamaño del cuerpo, inclusive las *tégmina*. Ejemplares de igual tamaño de cuerpo pueden llevar su apéndice pronotal de un largo y una altura muy distintos.

Por consiguiente, parece de poco valor taxonómico la comparación entre el largo del apéndice pronotal y el largo de las tégmina.

La causa de estas diferencias es la sequedad del ambiente después de la última muda, lo que sucede muchas veces; por eso la influencia de la temperatura origina consecuencias absolutamente mecánicas (Fig. 9).

Generalmente se encuentra esta primera forma solamente en ejemplares que en su estado de larva vivían fuera del bosque en *Vismia beccifera* (L.) Tr. el Pl.; en la selva sólo si trataba de ejemplares de un desarrollo larval algo débil (6).

(6) Las larvas están adheridas sin moverse a lo largo de la nervadura principal en el envés de las hojas. Cuando aparece el adulto, se ve siempre que los ejemplares más desarrollados son los que se han alimentado cerca a la raíz de la hoja, y que los que se alimentan cerca del extremo final de la hoja son tanto más débiles y sencillos en su dibujo, aun cuando las larvas pertenezcan a una misma cría. La influencia sobre la hoja, donde las larvas están chupando, se manifiesta de inmediato, cuando una larva hunde su trompa en la nervadura lateral de la hoja, pues la zona respectiva de la hoja alimentada por esta nervadura se seca dentro de poco tiempo. De este hecho se puede deducir que la colocación de las larvas, una detrás de la otra, sobre el mismo nervio de la hoja hace llegar tanto menos alimento a la segunda o tercera de la fila, por lo cual no llegarán sino a un desarrollo pobre.

Y no es raro observar que sobre un solo nervio más de diez larvas están buscando su alimentación; esas larvas no cambian de lugar sino apenas por una perturbación externa, lo que prueba fácilmente el hecho

de que muchas veces queda pegada una muda con la otra, es decir, que ni siquiera cambian esos animales de lugar durante la muda.

Segunda forma de Membracis tectigera (*lefevrei* Buckton). — Fig. 10. Hembra, macho y larva; río Tacana (Amazonas), en el margen de la selva, sobre *Melastomatácea* sp.; obsérvese el movimiento de la mancha central hacia la franja frontal).

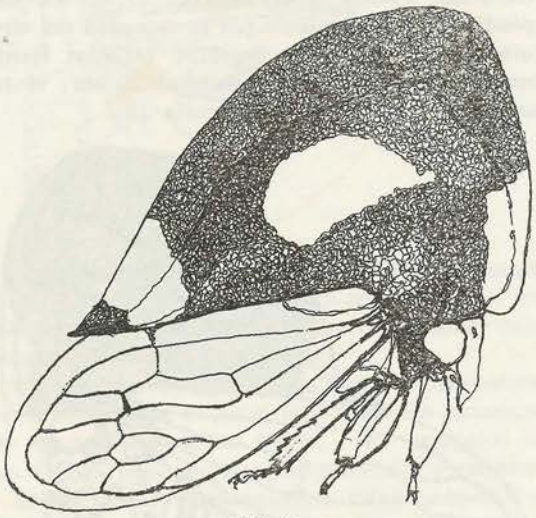


Fig. 10.

Vista lateral: la parte central entre el margen lateral y el margen dorsal ocupa una mancha blanca muy variada respecto a su tamaño.

Esta forma se desarrolla cuando sus larvas han vivido de plantas huéspedes, densas y umbrosas (*Vismia angusta* Miq.) o de plantas que se hallan al borde de las selvas (*Tococa guyanensis* Aublet).

Sobre estas plantas y en este ambiente se desarrollan muchas veces las dos primeras formas de *tectigera,* y sus cantidades respectivas resultan de la proporción entre los rayos solares y la sombra, es decir, según los factores que determinan una graduación en la humedad. Tales observaciones han dado iguales resultados en los Llanos orientales, en el valle del Magdalena y en la región amazónica.

Tercera forma de Membracis tectigera (*confusa* Fairmaire). — Fig. 11. ♀ De los Llanos orientales, río Guayuriba, vive sobre *Miconia serrulata* Naud., en la selva, 470 metros.

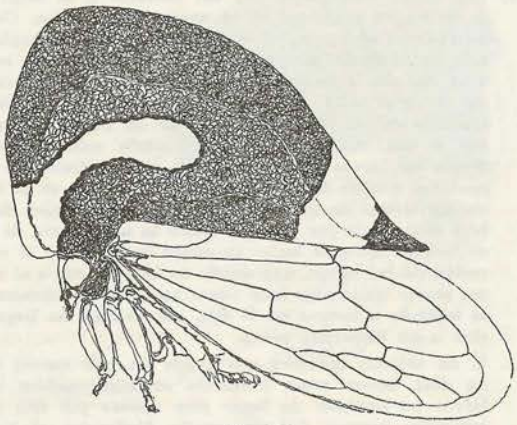


Fig. 11.

Fig. 12. ♀, río Tacana, Amazonas, en la selva sobre *Inga sp.,* 180 metros.

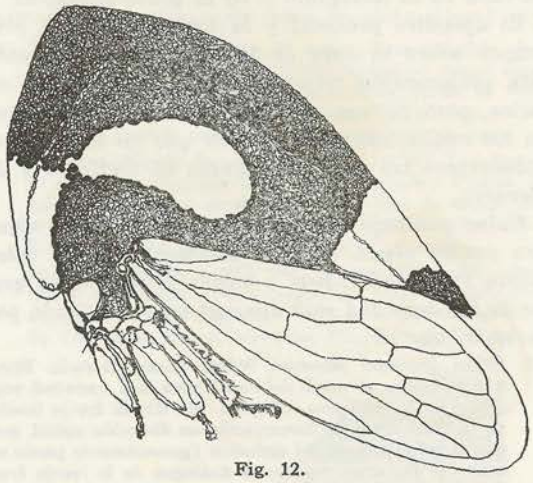
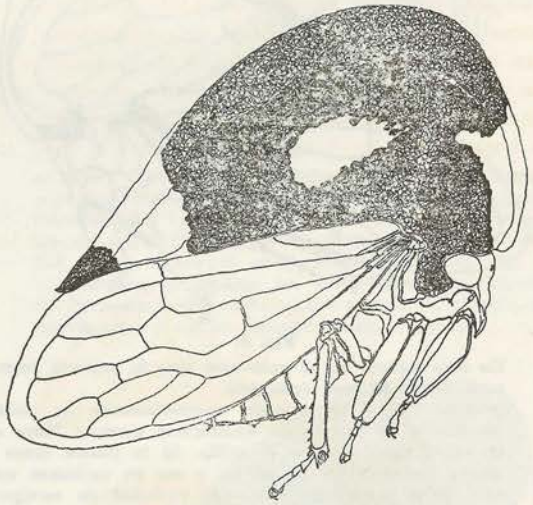


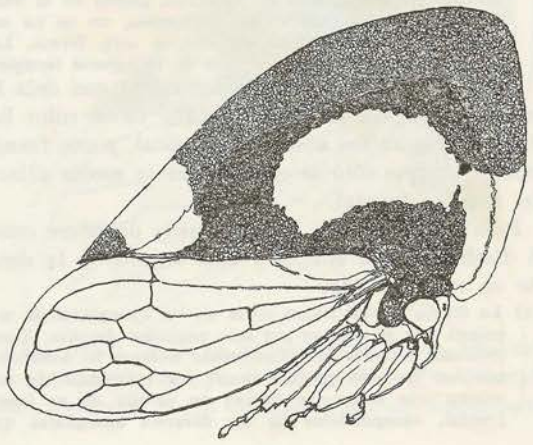
Fig. 12.

Fig. 13. ♀, río Carare, en la selva sobre *Melastomatácea sp.,* 320 metros.

Vista lateral: sobre los humerales se encorva en cada lado una franja que une la mancha central con la franja frontal. Esta unión se desarrolla gradualmente, y en el mismo ejemplar se puede observar que la mancha central se extiende hacia la

Fig. 13 (las tres siguientes).





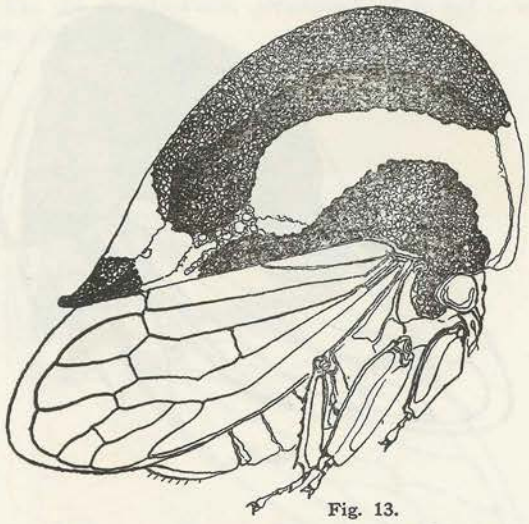


Fig. 13.

franja frontal y de ésta hacia la mancha central. De la intensidad de ciertos factores en el ambiente respectivo depende que su influencia logre la formación más o menos desarrollada de la franja horizontal ya mencionada.

En la especie *tectigera,* nunca se realiza una unión entre la mancha central y la franja subapical. Para llegar al desarrollo (forma tercera) las larvas tienen que vivir en el interior de la selva. Planta huésped preferida: *Miconia serrulata* Naud. Aún así pocos individuos de la misma cría (hermanos) llegan a ese grado de desarrollo, y en la mayoría de los casos —conforme al modo típico de estar estacionados uno detrás de otro sobre la nervadura de la hoja— se encuentran también, una tras otra, las tres formas mencionadas.

Cuarta forma de Membracis tectigera: (*dorsata* Fairmaire). — Figs. 13 y 14. Llanos orientales, 450 metros; sobre *Piper,* en la selva del Caño Grande.



Fig. 14.

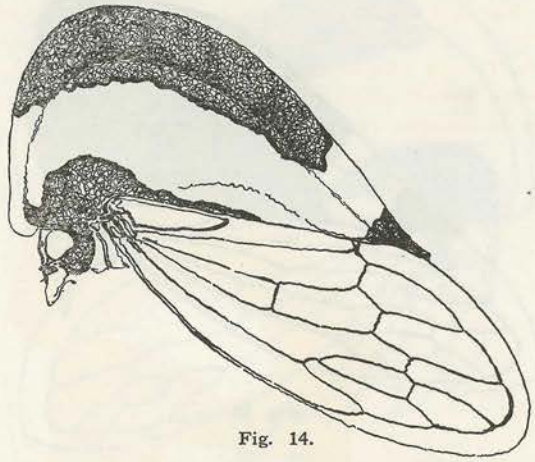


Fig. 14.

La franja blanca lateral corre de la mancha central hasta la frontal (igual a la forma tercera), pasando sobre los humerales, pero, además, se extiende de la mancha central hasta la franja subapical. La franja subapical nunca cubre todo el ápice del apéndice pronotal.

Esta cuarta forma es consecuencia de aquellas larvas que han vivido sólo en el interior de la selva y que se alimentaron exclusivamente de *Piper fusagasuganum quenanense* Trel.

Entre el macho y la hembra ésta siempre se ha desarrollado como la más fuerte. Por eso de la forma cuarta no se pudo ver un macho.

MEMBRACIS ELEVATA Fabricius.

Fig. 15. Río Carare, 300 metros de altura; en rastrojo sobre compuesta.

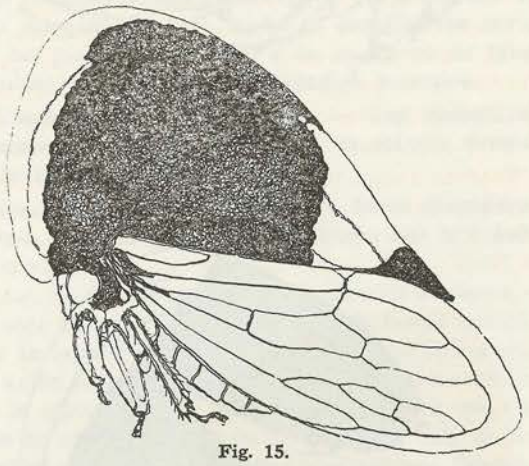


Fig. 15.

Fig. 16. Llanos orientales, Villavicencio, 490 metros de altura; margen de la carretera, sobre *Vismia beccifera.*

Fig. 17. Leticia, Amazonas, trocha hacia la selva, sobre *Vismia.*

Fig. 18. Caño Grande, 450 metros de altura; margen de la selva, sobre *Vismia sp.*

Fig. 19. Villavicencio, en la selva, 640 metros de altura; sobre *Piper.*

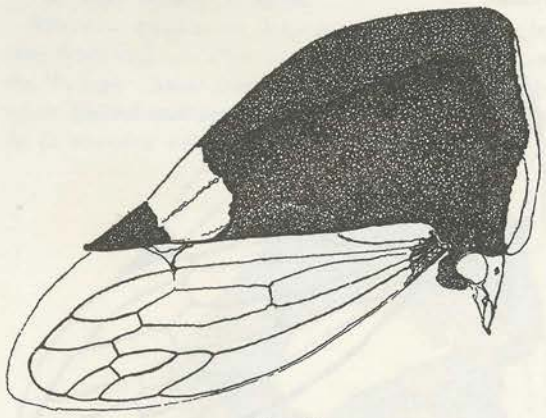


Fig. 16.

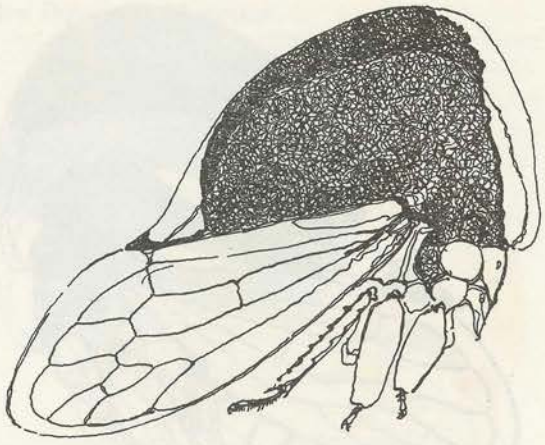
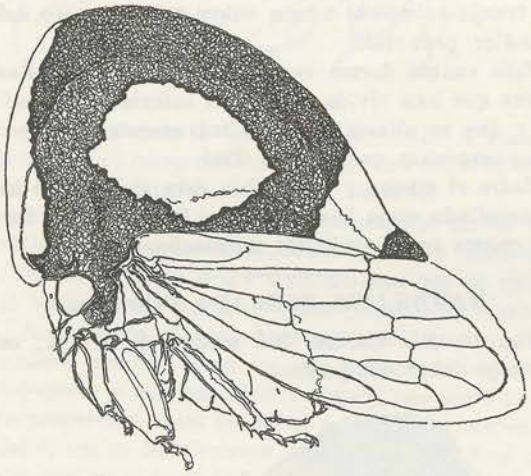


Fig. 17.



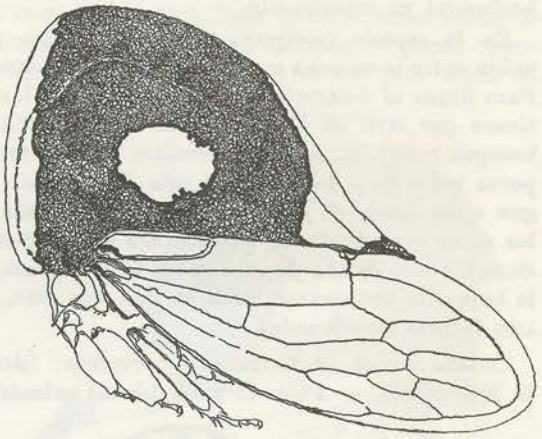
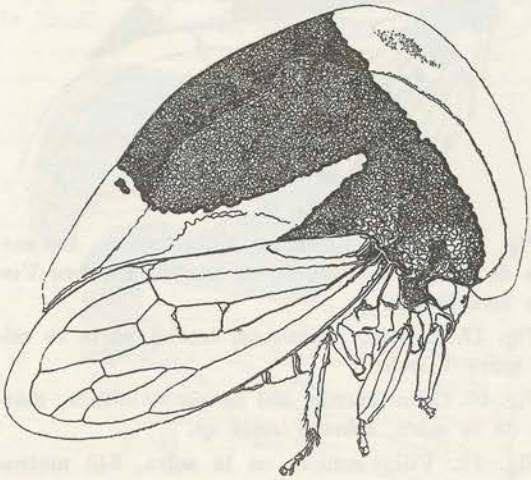


Fig. 18.



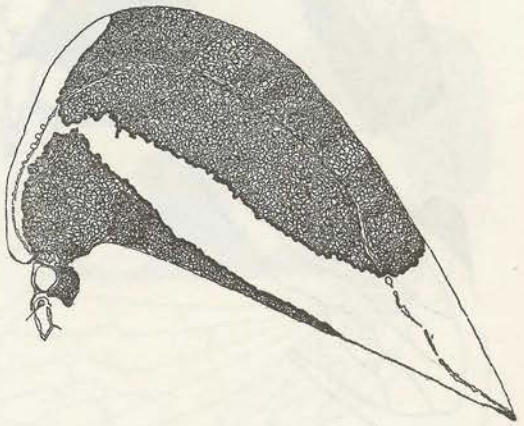


Fig. 19.

Fig. 20. Loreto-Yacu, Amazonas, en la selva, sobre *Leguminosa.*

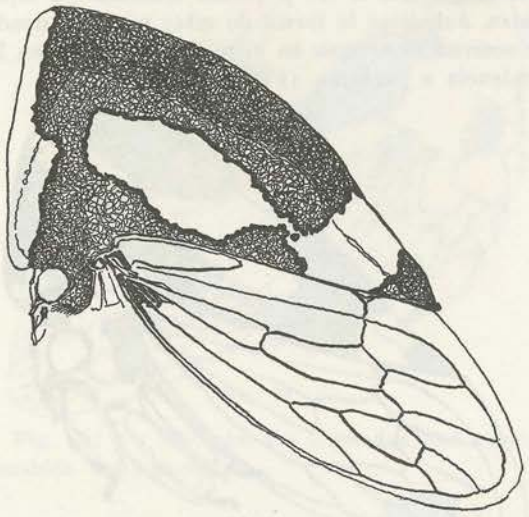


Fig. 20.

Figuras 21. Todas de los Llanos orientales, en las selvas, al pie de la cordillera, sin excepción en *Piper fusagasuganum-quenanense* Trel. Altura sobre el nivel del mar: 500 metros.

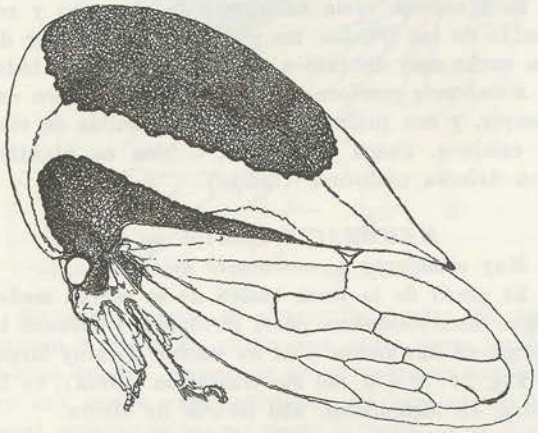


Fig. 21.

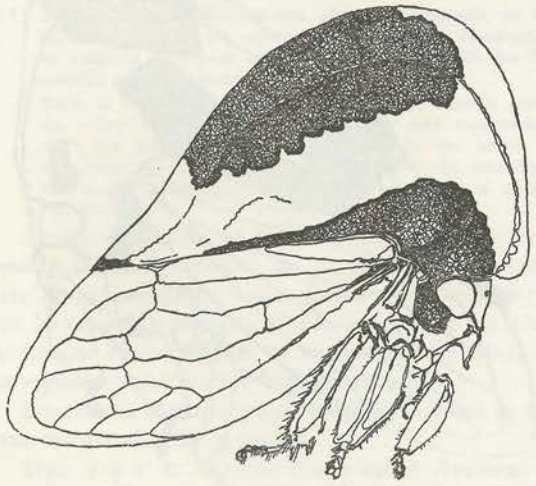


Fig. 21.

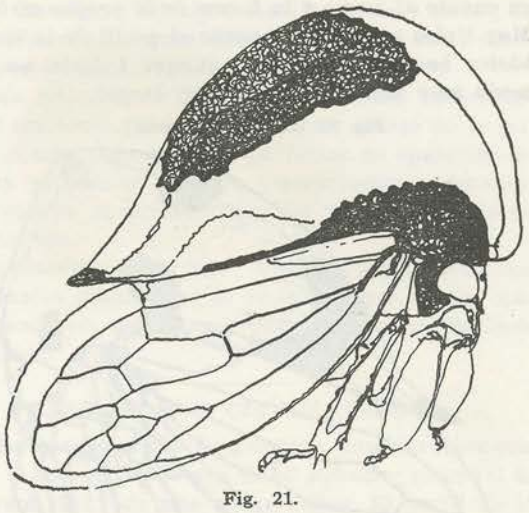


Fig. 21.

Las características para todas las formas de esta especie son las siguientes: El margen frontal del apéndice pronotal con franja blanca en toda su altura.

La larva tiene espinas dorsales delgadas, largas y de color negro.

Esta especie también ha desarrollado cuatro formas. La escasez de ciertas formas, en regiones muy selváticas (Opón y Carare) resulta aparentemente de la completa falta de ambiente favorable (terreno abierto).

PRIMERA FORMA DE ELEVATA. — Los ejemplares, por ser mal nutridos en su estado larvario, o los que viven en condiciones de aire seco, resultan sin manchas laterales.

SEGUNDA FORMA DE ELEVATA. — Según la humedad del aire dentro del bosque y de la sombra de sus márgenes, o bien según la cantidad de savia de las plantas huéspedes, o de la especie de tales plantas, esta forma tiene manchas laterales.

TERCERA FORMA DE ELEVATA. — Los ejemplares muestran franja de unión entre la mancha lateral y la franja subapical.

CUARTA FORMA DE ELEVATA. — Estos ejemplares tienen, además, una franja de unión con la franja frontal.

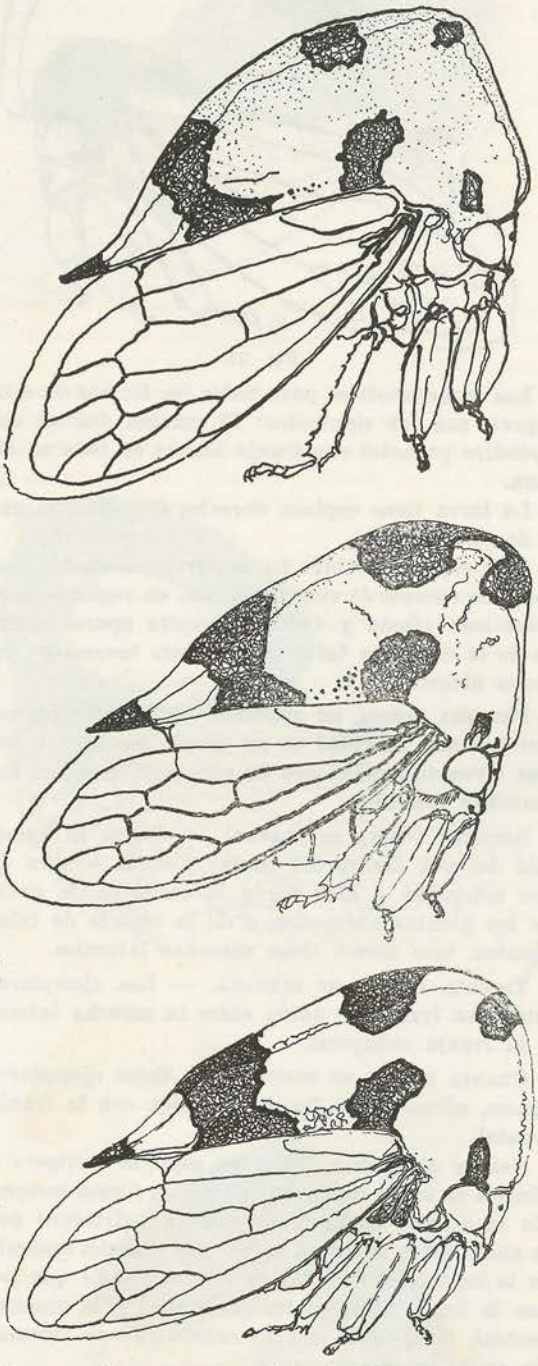
Así, se distinguen, pues, las especies *tectígera* y *elevata* de modo fundamental, por la forma tercera. En la especie *tectigera* no existen individuos con la unión entre la franja apical y la mancha central; en la especie *elevata* faltan los individuos que tienen la unión entre la franja frontal y la mancha central, forma ésta que se encuentra con frecuencia en la especie *tectigera.*

MEMBRACIS MEXICANA Guer.

Esta especie tiene también una franja frontal semialta, la que se une a una mancha central-lateral; pero de esta última corre una franja al dorso, mientras que una unión con la franja subapical no se realiza nunca. La línea básica de la carina media es muy constante en su forma, y lo mismo se nota

en cuanto al ancho y la forma de la propia carina. Muy típico es que se empunta el perfil de la línea básica hacia el metopidio, aunque todavía no de modo muy marcado (no es muy largo).

Fig. 22 (las tres siguientes).



La mancha oscura en el metopidio, que resulta por la unión de la franja frontal con el dorso, tiene generalmente interrupciones, más o menos anchas (Fig. 22, dos tipos de *mexicana* con la mancha en el metopidio dividido y con la misma mancha entera. Río Ocoa, Llanos orientales, sobre *Vismia beccifera* en llano abierto (borde del camino), 430 metros.

Fig. 23. La misma especie *mexicana*, de Quetame (Cundinamarca), 1.700 metros, en cafetal, pero queda negra la fila del borde dorsal como último relicto que une a las pequeñas manchas ya separadas. Asimismo la forma de estas manchas donde se acercan al margen en el metopidio muestran la tendencia a juntarse. (Fig. 23).

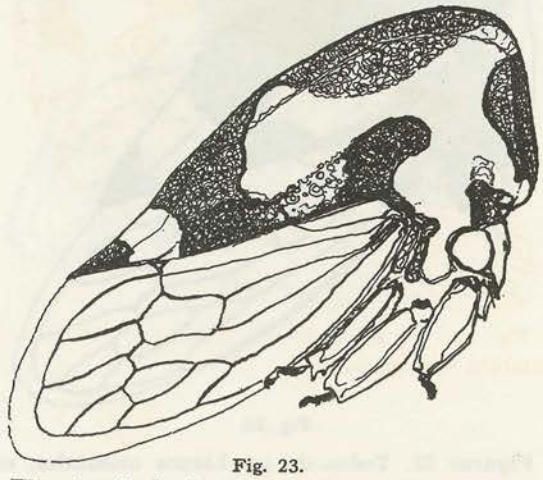


Fig. 23.

El color de la franja frontal y el de todas las demás franjas de unión es siempre amarillo (amarillo claro hasta anaranjado-oscuro y amarillo-pardo). Sólo la franja subapical es siempre blanca.

Esta especie varía solamente en el ancho y colorido de las franjas, las cuales ya pueden ser de un ancho muy distinto o ya pueden faltar del todo.

Membracis mexicana sólo se encuentra fuera del bosque, y con preferencia sobre las orillas de ríos y caminos, llenas de maleza, o bien en plantíos con árboles umbrosos (cafeto).

MEMBRACIS FLAVA sp. n.

Muy semejante a *membracis mexicana*.

El perfil de la línea básica de la carina media sigue desarrollándose en el metopidio y alcanza la forma de una punta o de un cuerno no muy largo.

Fig. 24: ♂ + ♀ del río Guatiquía (Meta), en la selva, en leguminosa, 430 metros de altura.



Fig. 24.

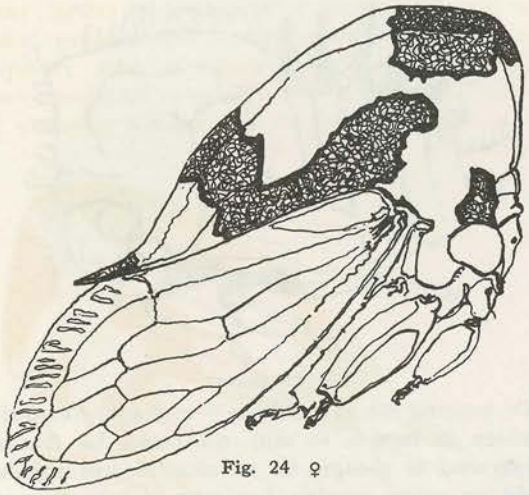


Fig. 24 ♀

Fig. 25: ♀ ; selva del río Humadea, 400 metros, también en leguminosa.

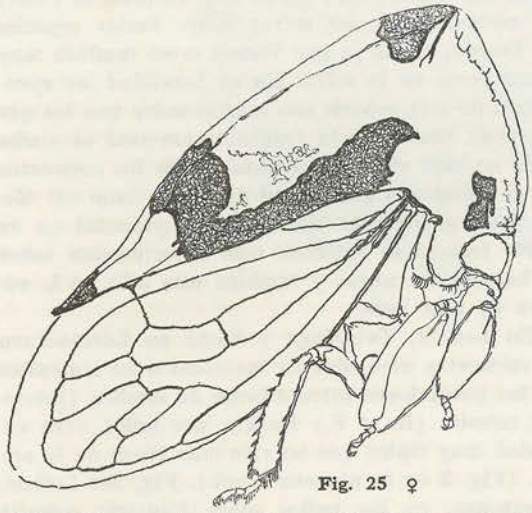


Fig. 25 ♀

Simultáneamente se desarrolla dentro de este cuerno y desde su punta una corta pero precisa carina lateral. Asimismo se encontraron también en una misma cría individuos sin esta carina lateral, aunque la mayor parte la tenían bien desarrollada (7).

(7) Según las características del género *Membracis* no debiera encontrarse tal carina lateral, pero de encontrarse no importa que pase solamente por encima de los humerales o que apenas los alcance.

Dado el hecho de que si se encuentra la especie con o sin carina lateral, se habrá de añadir esta característica a las del género *Membracis* y a la vez habrá de enmendar, por una definición respectiva, la característica de la carina lateral, en lo que se refiere al género *Phyllotropis.*

A este desarrollo de la línea básica de la carina media sigue una fusión de las dos manchas oscuras en el metopidio, fusión que a veces se observa en la especie *mexicana.* Todas las demás manchas o franjas varían dentro de características fijas, como puede verse en las reproducciones.

Membracis flava se puede considerar como la forma selvática de la *mexicana.*

Tipo ♂ + ♀ L. Richter. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales. Localidad del tipo: río Guatiquía (Meta), en la selva; 450 metros sobre el nivel del mar; sobre *Leguminosa;* mayo 25 de 1945.

En relación con la limitación de las influencias del ambiente (viviendo solamente dentro de la selva y sobre leguminosas) la forma de aparición de esta especie se muestra esencialmente constante, lo que ya se demostró por las mismas razones en *mexicana.*

Desarrollo observado: franja frontal corta con conexión transversal al centro dorsal, franja que lógicamente sigue desarrollándose en la siguiente especie.

MEMBRACIS CINGULATA Germ.

La carina media se ensancha considerablemente en el metopidio, lo que da al apéndice pronotal la forma típica de una media elipse. El perfil de la línea basal de la carina media tiene la forma de un cuerno todavía más considerablemente prolongado, y como consecuencia se prolonga también la carina lateral, pero sin alcanzar las humerales. No se encontraron ejemplares sin esta carina lateral (*). Fuera del colorido, dicho cuerno es la única característica que varía en esta especie.

La carina lateral llega al margen externo muchas veces, lo mismo que queda con igual frecuencia alejada de éste.

Variaciones típicas se observan, cuando esta especie vive sobre plantas huéspedes distintas.

La especie *cingulata* es muy común en los Llanos hasta el Amazonas, pero no se encuentra en el valle del Magdalena; no vive sino en el interior de las selvas sobre una especie de *Cecropia* y es tan frecuente que es imposible encontrar una de estas plantas sin una docena de *cingulata* (Fig. 26. Caño Grande, Meta, 480 metros de altura, en la selva sobre *Cecropia sp.* Fig. 27. ♂ + ♀, río Tacana, Amazonas, en la selva y también sobre *Cecropia sp.*)

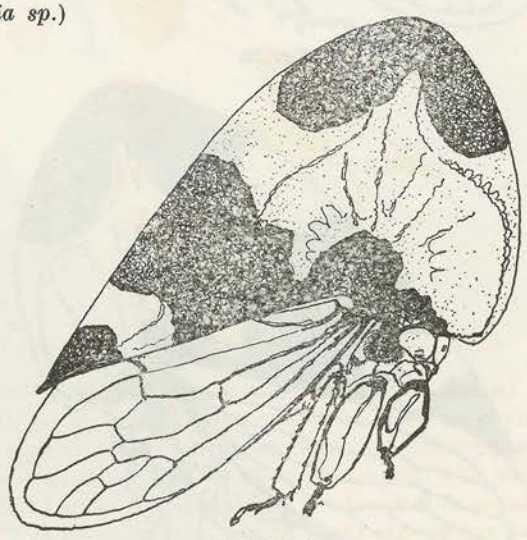


Fig. 26 ♂

(*) En el valle del Magdalena se encontró la especie sin carina lateral cuando este trabajo estaba en la imprenta. En un estudio posterior será descrita esta interesante especie.



Fig. 1



Fig. 2

Fig. 1. — *Membracis cingulata* Germ.
(Variedad muy rara, del Amazonas y Llanos del Meta).

Fig. 2. — *Membracis cingulata* Germ.
(Variedad típica de las regiones de Leticia, Tabatinga y Loreto-Yacu, Amazonas).

(Dib. L. Richter)

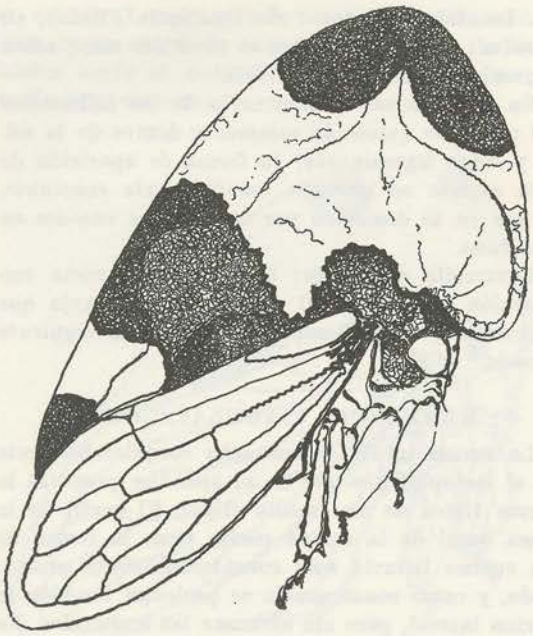


Fig. 26 ♀

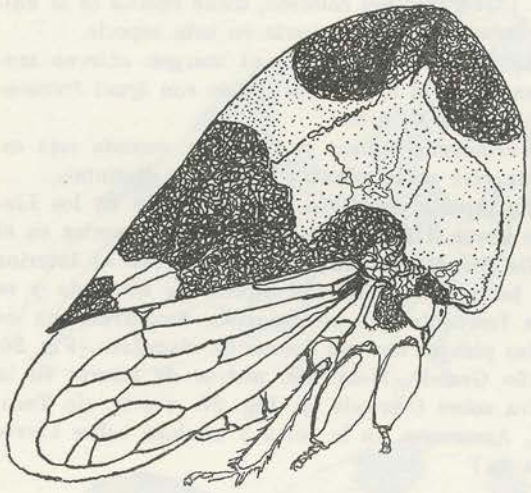


Fig. 26.



Fig. 27.

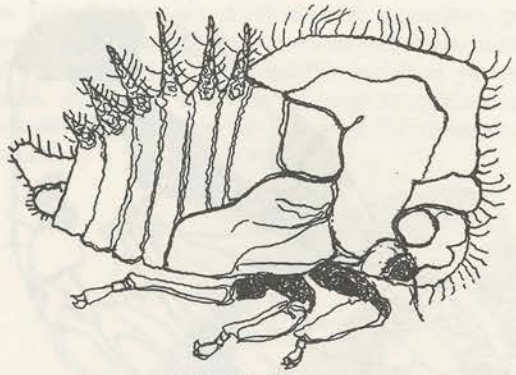


Fig. 27 (larva).

De acuerdo con el ambiente y la planta huésped, también la especie es muy constante. La franja transversal es siempre de un amarillo anaranjado y de un ancho regular. Los machos son siempre más pequeños que las hembras.

Una variedad muy rara (Fig. 1, en plancha I col.) se encuentra en las selvas sobre varias especies de *Vismia,* raras, ya que *Vismia* crece también muy raras veces en la selva. En su totalidad los ejemplares de esta especie son más grandes que los que viven en *Cecropia;* la franja transversal es ancha y de un rojo vivo muy constante. Se les encuentra en el Amazonas como también en el llano del Meta. La prolongación del apéndice pronotal en su parte frontal se extiende más notoriamente sobre la base de la cabeza y también más allá de la sutura de esta base.

En Leticia, Tabatinga y hasta en Loreto-Yacu se encuentra alrededor de las casas o en las calles de las poblaciones sobre árboles de sombra (*Pouteria caimito* (R. et P.) Radk.), por miles, otra variedad muy típica que no vive sino fuera de la selva. (Fig. 2 en la plancha I col.). Fig. 28: Leticia, Amazonas, en las calles sobre *Pouteria caimito* (R. et P.), Radk. ♂ + ♀. Fig. 29: *cingulata;* variación sobre *Vismia,* (v. Pl. I, Fig. 1 en col.); 600 metros en la selva de Caño Grande.

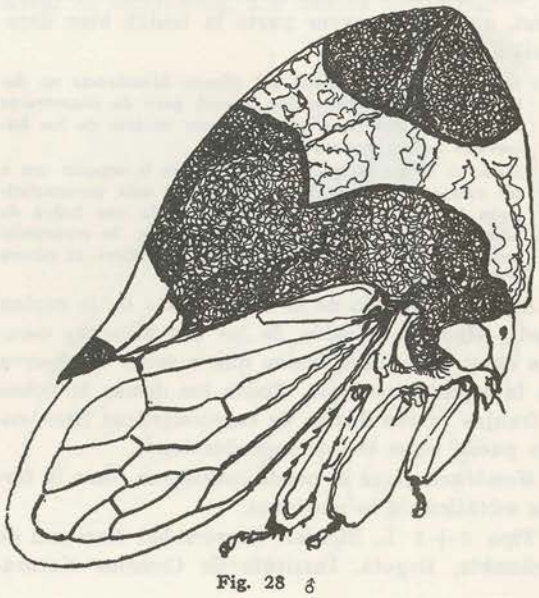


Fig. 28 ♂

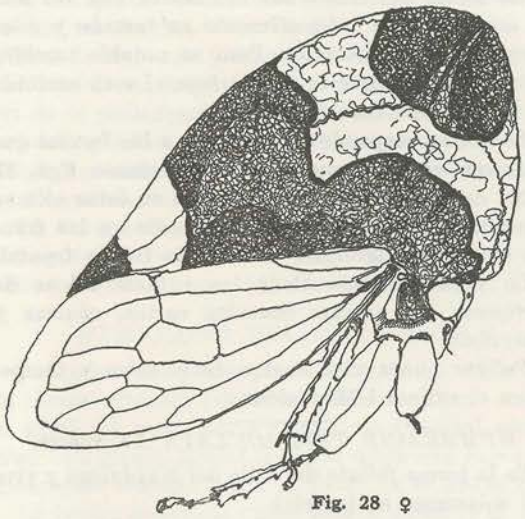


Fig. 28 ♀



Fig. 29.

Esta especie es más pequeña (véanse Figs. 28 y 29); su franja transversal más angosta y su color amarillo-pálido. Todo su aspecto se asemeja a *Membracis nigroluta* Funkh. de Minas Geraes, la que aparentemente pertenece a este grupo (8).

(8) *Enchophyllum cruentatum* Germ. muestra la misma forma con una carina media de la misma forma de la línea basal; es decir, en forma de un cuerno muy prolongado. También en *Enchenopa* pueden distinguirse formas análogas.

MEMBRACIS TOCOCAAE sp. n.

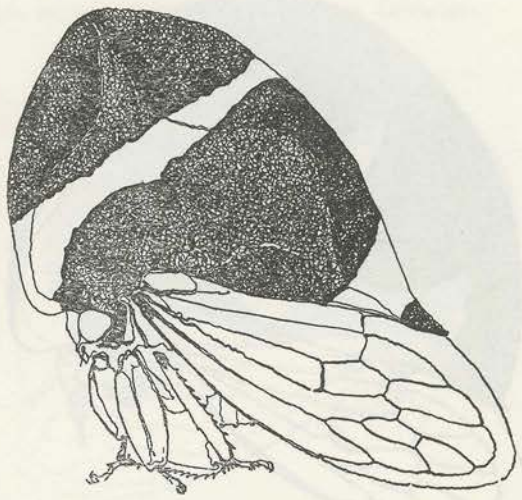
Esta especie demuestra todas las características de *tectigera* con un desarrollo hacia *cingulata*.

La larva se distingue de la de *tectigera* solamente por un apéndice pronotal que es un poco más grande en su parte anterior.

Hay una franja transversal en línea recta de la franja frontal semialta hacia el dorso (Fig. 30: ♂, en la selva del río Ocoa, Guatiquía, 430 metros de altura, sobre *Tococa guyanensis* Aublet.).

El centro que es un poco más ancho muestra que originalmente existió una mancha central. La conexión con la franja frontal es también más ancha

Fig. 30.



que la efectuada con el dorso, lo que señala el curso típico de la franja como en *tectigera*.

La línea basal de la carina media en el metopidio tiene la forma de cuerno con una carina lateral incrustada.

El colorido de todas las franjas es blanco.

Se encontró la especie sobre *Tococa guyanensis* Aublet al borde de un bosque aislado, en los Llanos orientales, cerca de la confluencia de los ríos Ocoa y Guatiquía.

Tipo: macho y larva L. Richter, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales.

Localidad del tipo: ríos Ocoa, Guatiquía (Meta), 430 metros de altura sobre el nivel del mar; en la selva sobre *Tococa guyanensis* Aublet.; 22 de febrero de 1941.

MEMBRACIS FOLIATA Lin.

Esta especie pertenece a un grupo con hábitus de *tectigera*, que por primera vez desarrolla la parte apical del apéndice pronotal.

Aparentemente, con este nuevo desarrollo cambian también el dibujo y la posición de las franjas, de modo consecuente.

La franja frontal sale del frente. En ejemplares de los Llanos este hecho se manifiesta solo parcialmente, es decir, una parte sobre la base cefálica queda en contacto con el frente (Fig. 31; Buena Vista, Meta, 1.100 metros sobre el nivel del mar, ♂, en *Isertia haenkeana*), mientras que en la región amazónica colombiana se encuentran también ejemplares que tienen esta franja ya completamente separada de las márgenes (Fig. 32: río Amazonas, en rastrojo cerca de Leticia, sobre *Vismia* sp. ♂).

Las manchas centrales y laterales del apéndice pronotal quedan siempre aisladas de la franja frontal. Ejemplares menos desarrollados muestran, además, la mancha central separada de la franja subapical (Fig. 33: Manzanares, Meta, 1.000 metros sobre el nivel del mar, en *Vismia beccifera*, terreno abierto ♀).

La forma del Amazonas demuestra una vez más la acostumbrada intensificación en tamaño y color de sus franjas laterales. Pero es notable también en este ejemplo que la franja frontal está excluída de esta última transformación.

Lo que corresponde exactamente a las formas que aparecen en *tectigera* y *elevata* (véanse Fgs. 17 y 20) de la misma región; también en éstas sólo se expresa la intensificación mencionada en las franjas o manchas laterales y no en la franja frontal.

La larva también tiene las características de *tectigera:* las espinas dorsales cortas, cónicas y amarillas.

Foliata nunca vive dentro de la selva y tampoco en el valle del Magdalena.

MEMBRACIS TRIMACULATA Fairmaire.

Es la forma *foliata* del valle del Magdalena y vive allí solamente en la selva.

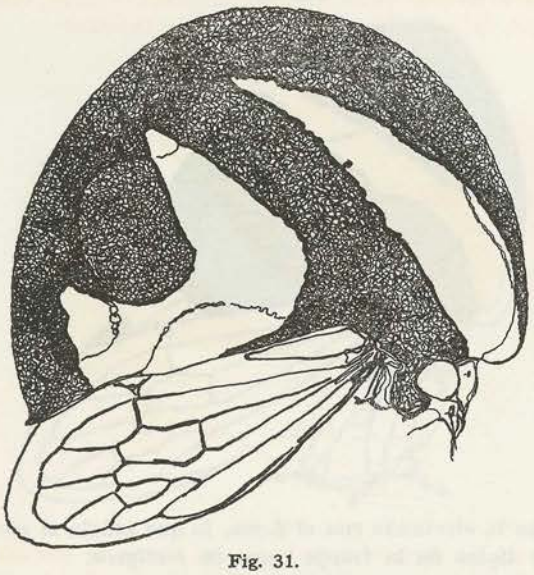


Fig. 31.

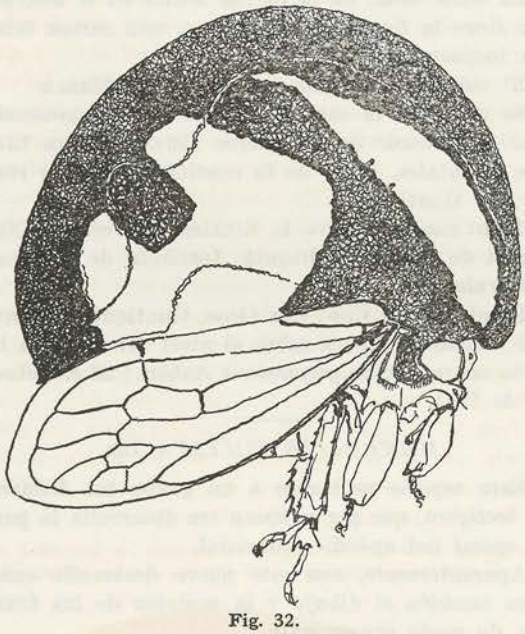


Fig. 32.

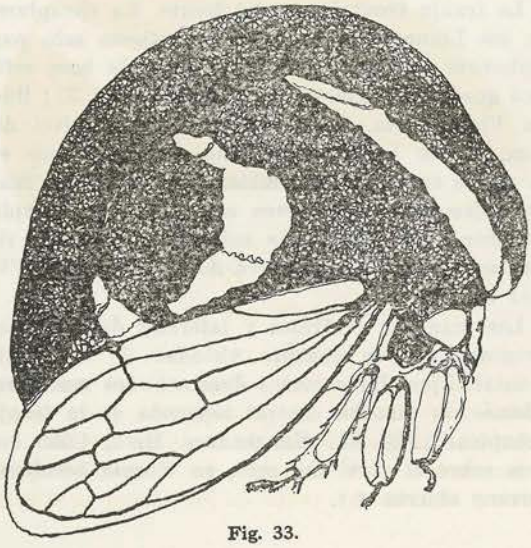


Fig. 33.



Fig. 34.

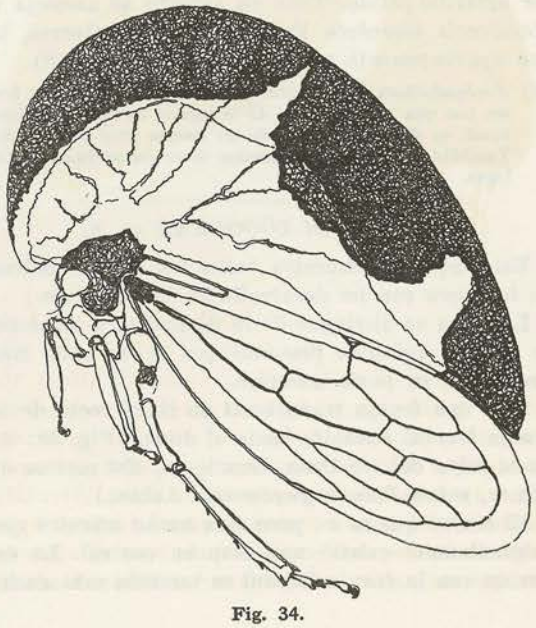


Fig. 34.

La franja frontal en esta especie se ha fusionado con las franjas laterales.

Esta fusión —un paso más en el desarrollo, comparándola con *foliata*— es la consecuencia necesaria de la prolongación más grande de la parte apical del apéndice pronotal. Así que se nota en realidad una conexión entre el desarrollo del apéndice y el movimiento de todas las franjas.

La línea básica de la carina media en *trimaculata* y *foliata* son iguales (Fig. 34: ♂ + ♀ de las selvas del río Carare, 300 metros de altura).

MEMBRACIS ZONATA Fairmaire.

Todos los ejemplares procedentes de las selvas de la ladera oriental (400-800 metros de altura sobre el nivel del mar) de la Cordillera Oriental muestran una franja lateral desde el ápice con curva ligeramente convexa hacia el dorso en el metopidio.

La franja subapical cubre todo el ápice (Fig. 35:

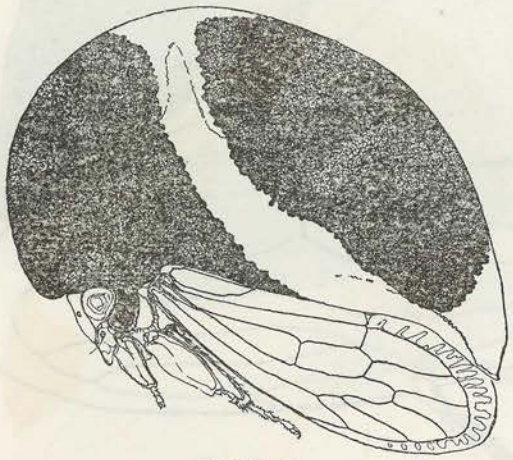


Fig. 35 ♀

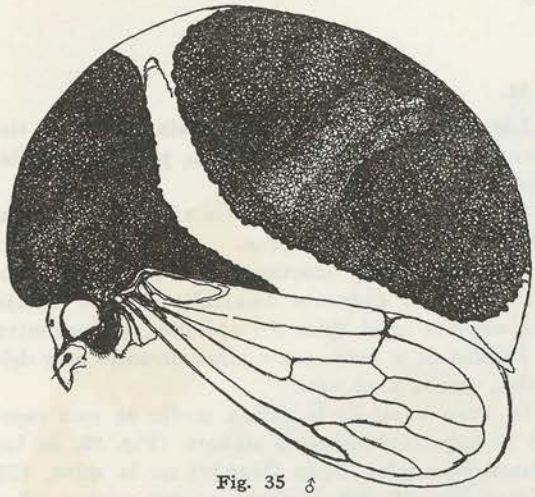


Fig. 35 ♂

de las selvas en la Cordillera Oriental, altura 700 metros y más cerca de Villavicencio hasta el río Guamal). La parte dorsal de unión de estas dos franjas que están situadas una a cada lado, se muestra muy ensanchada (resto de la franja frontal). El desarrollo parece tomar el curso desde el ápice hacia la frente; esta suposición se basa en ejemplares que no tienen completamente desarrollada la parte situada antes del margen dorsal (Fig. 36, también de las selvas en la Cordillera Oriental).

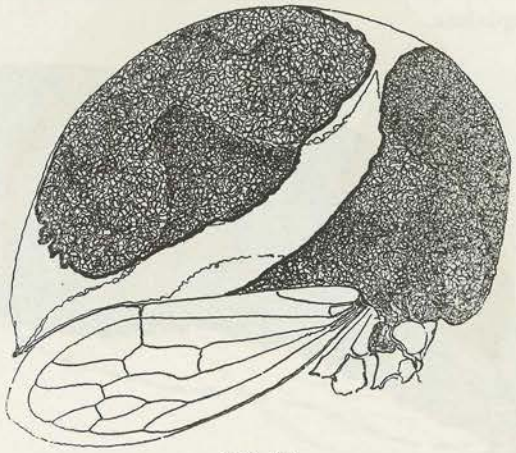


Fig. 36.

En las espinas dorsales de las larvas se ven además las características del *habitus* de *elevata*. La línea básica de la carina media forma dos lóbulos que están relativamente cerca uno del otro, y que han adoptado la forma de grandes cuernos. El del metopidio termina siempre en una punta, mientras que el otro cuerno sobre el subápice está siempre truncado, y a veces muestra una ligera hendidura. La punta del apéndice pronotal mismo (sin carina) que se extiende hacia el apéndice apical, se muestra en esta especie como muy larga.

La misma especie de la región inmediata del río Amazonas (9) se distingue de modo típico por una franja muy recta (Fig. 37, del interior de la selva amazónica, 3 kilómetros de distancia de la orilla) y ha desaparecido hasta el último resto de la franja frontal, lo que coincide de manera clara que esta franja que en *elevata* ocupa todo el frente, en la forma *zonata* del Llano es muy reducida y ahora en la del Amazonas ha desaparecido.

(9) Como zona con un contenido máximo de humedad en el aire, especialmente en el interior de las selvas.

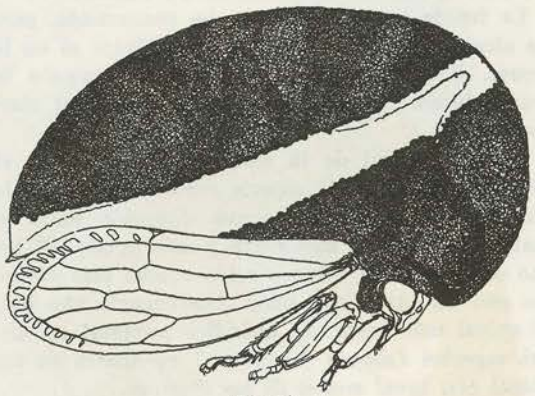


Fig. 37.

La forma total de los ejemplares del Amazonas vistos lateralmente es semi-elíptica, pero queda constante la línea básica de la carina media.

La especie vive solamente en el interior de la selva y se encontró tanto en los Llanos orientales



Fig. 1



Fig. 2

Fig. 1. — *Membracis Buctoni* Funkh.

Fig. 2. — *Membracis Buctoni* Funkh.
(Caso único en todo el género *Membracis* en que las franjas longitudinal y subapical difieren de colorido).
(Dib. L. Richter)

como en la región del río Amazonas sobre *Siparuna chiridota* Tul.

Esta especie no se encontró en el valle del río Magdalena.

MEMBRACIS ARCUATA Deg.

Es la especie más grande del género y, tal vez, de toda la familia (Fig. 38. De las selvas del río La Miel, cerca al río Magdalena).

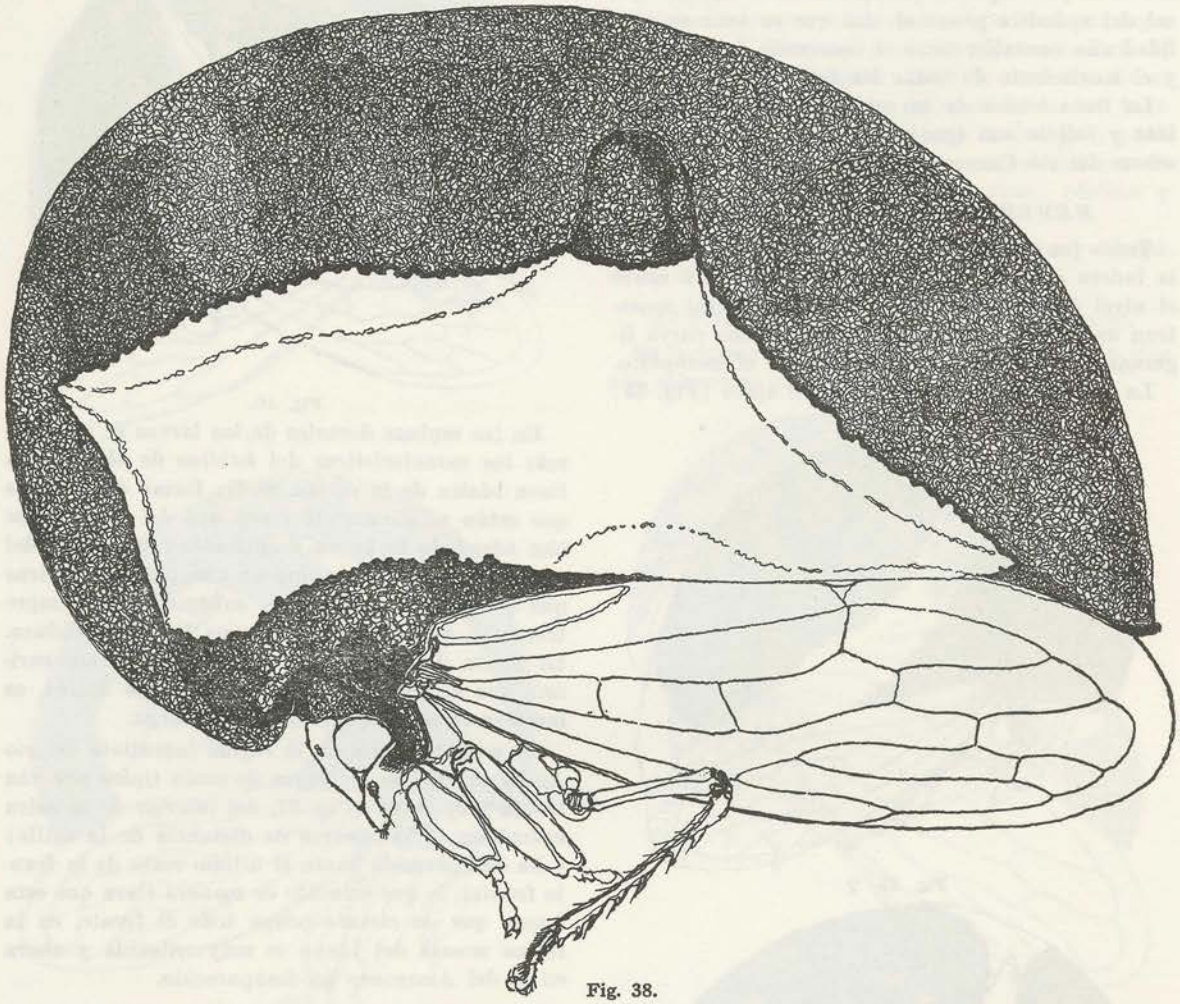


Fig. 38.

Se podría llamar la especie *magdalenense* de *M. zonata,* análoga a *trimaculata* y *foliata.*

La franja lateral mucho se ha ensanchado, pero no alcanza el borde dorsal ni en el ápice ni en la frente. Solamente como en la especie *zonata* la franja lateral toca aún la mitad apical del margen lateral.

La línea basal de la carina media muestra el mismo carácter de la especie *zonata,* solamente la punta anterior, que tiene una dirección hacia el margen frontal, es más corta y más aguda. El hecho de que ambos cuernos estén mucho más distintos uno del otro tiene como consecuencia una parte apical más corta. El apéndice pronotal en ambas especies (*zonata y arcuata*) encuentra su fin apical casi igual con el de los *tégmina.*

MEMBRACIS MACULATA Stoll.

Esta especie fue la única que se encontró —aunque rara vez— en los valles de las pendientes occidentales de la Cordillera Oriental (valle del río Magdalena) y también en los Llanos.

Los ejemplares del Magdalena, sin excepción, tienen todos franjas de color blanco, y los de los Llanos, de color amarillo.

En ambas regiones la especie vive sobre *Polygonacea* y siempre en la selva.

Correspondiendo exactamente a la franja frontal alta y al aparente desarrollo de una franja que empieza en el ápice del apéndice, se encuentra el *habitus* de la larva con espinas dorsales muy delgadas, largas y negras.

La línea basal de la carina media en esta especie es imperceptiblemente sinuosa (Fig. 39, de los Llanos orientales, Caño Grande; en la selva, 450 metros. Fig. 40, del río Opón, en 980 metros sobre el nivel del mar, en la selva sobre *Polygonacea*).

MEMBRACIS BUCTONI Funkh.

(Figs. 3 y 4 en la plancha II col.)

La única especie entre las del género *Membracis* cuya línea basal de la carina media no tiene ninguna ondulación. Esta especie es el ejemplo más

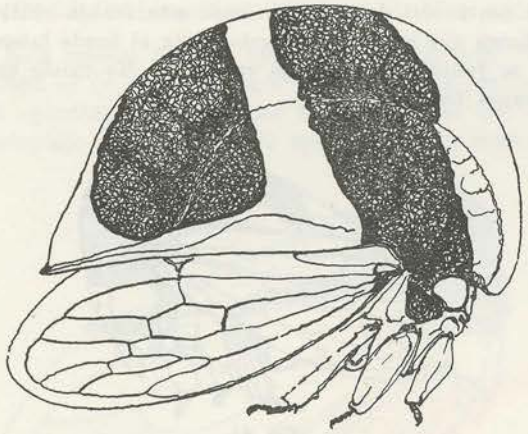


Fig. 39 ♂

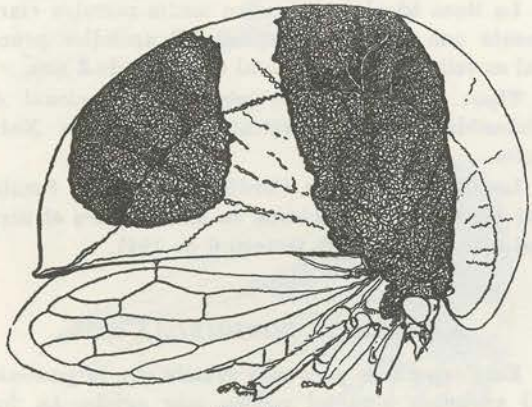


Fig. 39 ♀

completo de características extremas y de una absoluta invariabilidad.

La prolongación del apéndice pronotal en la parte frontal llega a tal anchura y longitud que limita la función de los *ocelli* o la inhibe (en las hembras). (Fig. 41, de las selvas, al pie de la Cordillera Oriental, 450 metros). La franja lateral que pasa por encima de los humerales, correspondiente al *habitus* de la forma tres o cuatro en *tectigera,* alcanza el borde frontal sólo encima de la base cefálica, es decir, en la parte interna del margen frontal.

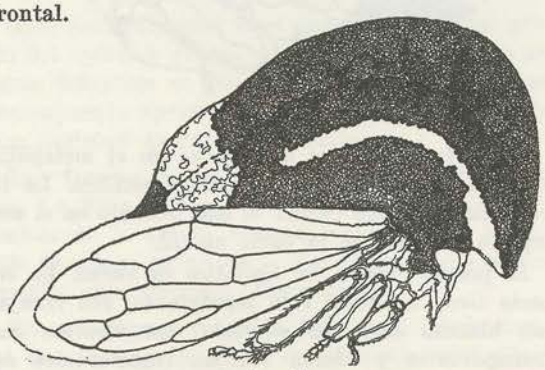


Fig. 41.

No obstante la estabilidad destacada de todas las formas del apéndice pronotal y del cuerpo en total, se pueden observar también en esta especie variaciones en el desarrollo de la franja lateral según el sistema y el *habitus* de *tectigera,* lo que prueba

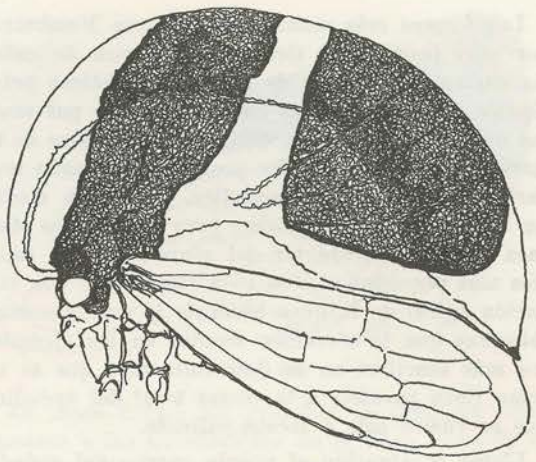


Fig. 40 ♂

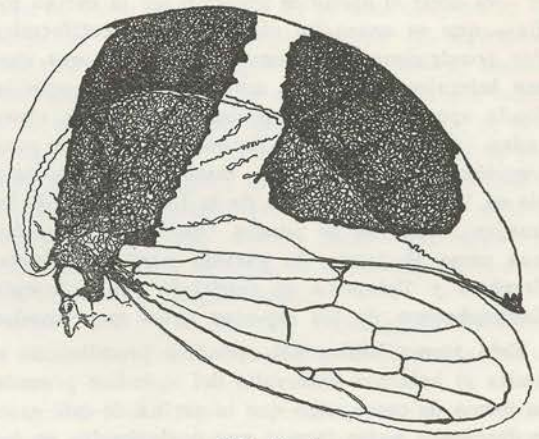


Fig. 40 ♀

a su vez que: el desarrollo de las franjas es consecuencia de la cantidad alimenticia al alcance del individuo en su estado de larva. Aunque queda constante el alimento y el ambiente no pueden alcanzar igual cantidad de este alimento por la posición típica que toman los individuos, uno detrás del otro, sobre la nervadura de la hoja. Las diferencias no pueden ser sino muy pequeñas, porque nunca se ha podido observar en esta especie sino tres larvas que vivían juntas. La cantidad de huevos que una hembra de esta especie puede poner, me es desconocida, aunque se puede suponer que tampoco existen diferencias en la deposición de los huevos, la cual se realiza en este género en forma de paquete. La especie vive solamente dentro de la selva sobre una liana que no ha podido ser clasificada por falta de flores.

Las franjas de la especie son en ambos sexos de un rojo profundo mate (color muy extraño en membrácidos). En un solo caso (Fig. Nº 4 en la plancha II col.) se cogió un macho volando que tenía franja longitudinal blanca y la franja subapical amarilla —el único caso en todo el género *Membracis* que la franja subapical tiene otro color distinto del blanco, si las demás franjas son blancas— lo que hace suponer que la especie ha vivido también en otra planta huésped.

* * *

Las formas más sencillas del género Membracis son muy pequeñas y tienen todas forma de cuña. La carina media, una de sus características principales, generalmente se eleva muy poco por encima de la sutura cefálica, que sale poco a poco de la parte frontal del apéndice pronotal, formando una carina frontal de este apéndice. La carina media no alcanza mayor anchura, pero siempre se destaca dentro del carácter del género. En las especies más pequeñas sólo se nota claramente una elevación apical de la línea basal de la carina media, mientras que la elevación frontal en los ejemplares más sencillos no se desarrolla sino que se ve como línea paralela a la forma total del apéndice que se vuelve más o menos saliente.

Llama la atención el propio cuerpo del apéndice —es decir el apéndice pronotal sin la carina media— que se ensancha rápidamente (tectiformis). Por consiguiente, se muestran las primeras carinas laterales en puntos muy distintos a aquellos donde aparecieron en especies hasta ahora observadas. (Otra distribución del material para la construcción del apéndice, que también se hace notable en la distinta manera de la localización de las franjas). Por eso se pueden considerar estas formas como el punto de partida para los géneros *Erechtia* y *Tylopelta* en contraste con *Leioscyta-Enchophyllum* de las especies antes mencionadas.

Esta forma básica del apéndice pronotal no se limita al habitual desarrollo del apéndice pronotal en forma de casco, sino que la carina de este casco se desarrolla hasta formar una prolongación en forma de cuerpo saliente, lo que más tarde y con pocos cambios da el carácter del género *Enchophyllum*.

Finalmente se encuentra una especie cuyo apéndice en la parte frontal del apéndice pronotal en nada es inferior al cuerno saliente de ciertas especies de *Enchophyllum,* pero sin mostrar ni rastro de una carina lateral. Este hecho hace menester otra amplificación en las características genéricas de Membracis:

Thorace maxime compresso-elevato, altissimo, dorso summo late vel latiuscule foliacea, anterius a latere viso rotundato *vel in cornum breviter producto;* plerumque ne anterius quidem in parte dorsali laterali carinula instructo, *sed interdum thorace dorso carinis breviter instructo vel saltem cornu antico vel parte antica superiore utrimque carina instructo... Membracis.*

El colorido es generalmente de nuevo un pardo denso que parece negro. También se encuentran especies de color gris y otras de color ferruginoso.

MEMBRACIS PAULLULA sp. n.

El apéndice pronotal tiene forma de cuña, porque la carina media, precisamente, desde el metopidio se angosta rápidamente hasta terminar a cierta distancia de la base cefálica (Fig. 41). Desde el centro del dorso se extiende una franja central blanca que se va angostando hasta el borde lateral y se junta con la franja subapical. No existe una franja frontal.

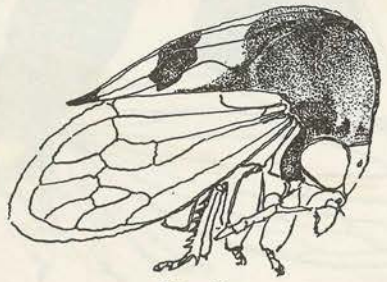


Fig. 41.

La línea basal de la carina media muestra claramente una ondulación apical. El apéndice pronotal es velludo. El largo total es menos de 3 mm.

Tipo: ♂ L. Richter. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales.

Localidad del tipo: Cordillera Oriental, fuentes del río Ocoa, 1.100 metros de altura sobre el nivel del mar, en la selva; febrero 6 de 1941.

MEMBRACIS ROBIGINOSA sp. n.

Esta especie es poco más grande que la *paullula.* El apéndice pronotal mucho más agudo. La forma del apéndice pronotal es a manera de casco, un poco cóncavo en la parte frontal (Fig. 42).

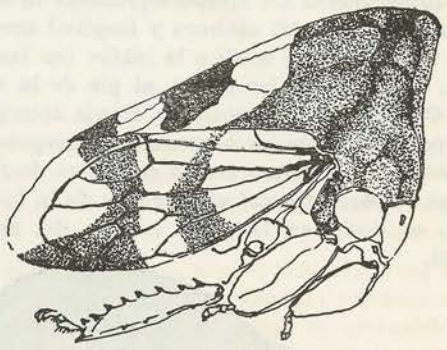


Fig. 42.

La carina media es más ancha en el metopidio y se va angostando hacia la base cefálica. La línea básica de esta carina es más saliente en el metopidio y menos en la parte apical.

El propio cuerpo del apéndice es ancho. La especie tiene un color rojo ferruginoso, sus franjas son blancas como en *paullula;* los *tégmina* son transparentes y tienen franjas transversales oscuras.

Tipo: ♀ L. Richter. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales. Localidad del tipo: Caño Grande (Meta), terreno de H. Eylers; 700 metros; marzo 22 de 1945.

MEMBRACIS CARINULATA sp. n. (Fig. 43).

Esta especie tiene el apéndice pronotal muy parecido al de *paullula,* pero es mucho más grande. El apéndice pronotal tiene forma de cuña con el metopidio redondeado y el ápice se alarga mucho.

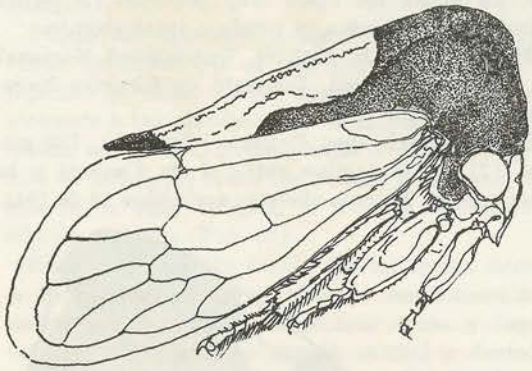


Fig. 43.

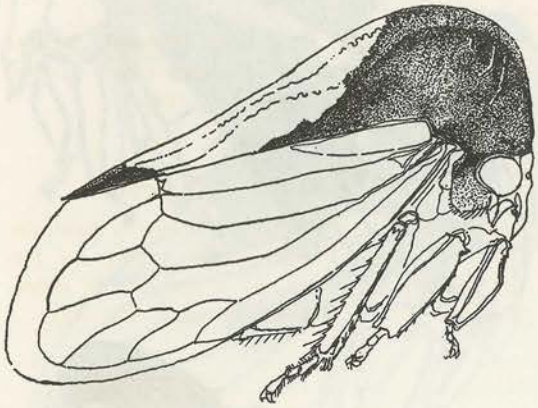


Fig. 43.

La carina media es angosta y se une en el metopidio vagamente con el hundimiento que forma la sutura de una membrana interior (que tienen todas las especies de este género para traer más fácil el apéndice).

Esta particularidad hace aparecer el cuerpo propio del apéndice (apéndice sin carina media) en su parte delantera en forma casi esférica, parte que generalmente (pero no siempre) está cubierta de una cantidad de carinulas débiles.

Las franjas centrales y subapicales están unidas. La línea que marca en dirección cefálica los límites de la franja central originalmente ha tenido la misma forma de la que ya se conoce en las especies anteriormente descritas.

En esta especie también falta una franja frontal. Los *tégmina* no tienen la célula discoidal situada cerca del borde frontal.

En una región de la misma altura, en Boyacá, más arriba de la carretera entre Tunja y Arcabuco, se encontró un ejemplar (Fig. 44) que tenía separada la mancha central dorsal de la franja subapical.

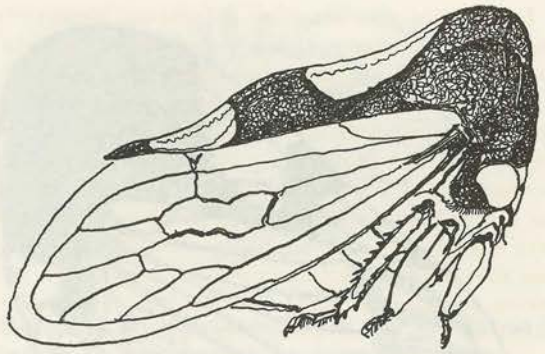


Fig. 44.

La línea dorsal del apéndice se acomoda exactamente a las ondulaciones de la línea basal de la carina media. La carina media corre por el dorso para perderse muy arriba de la base cefálica en el plano del frente del propio cuerpo del apéndice. Mientras que en los *tipos* (♂ + ♀) eso no sucede sino apenas un poco más arriba de la sutura basal de la cabeza. Sin embargo, parece que sólo se trata de una variedad. Todos estos ejemplares se encontraron en la parte occidental de la Cordillera Oriental a una altura entre 1.900 y 2.100 metros (obsérvase que esta especie tiene solamente una celda discoidal), y se hallaron sobre *Eupatorium* en una región sin bosque alguno.

Tipo: ♂ + ♀ ; L. Richter, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales.

Localidad del tipo: Aguadita, arriba de Fusagasugá (Cundinamarca), 1.900 metros sobre el nivel del mar; en *Eupatorium,* terreno abierto; febrero 8 de 1945.

MEMBRACIS FORMOSA sp. n.

Esta especie tiene la misma forma del apéndice pronotal de *carinulata,* siendo más alto y más grande el apéndice. La carina media no se pierde en el metopidio, existe la franja frontal y la mancha dorsal está separada de la franja subapical.

El apéndice pronotal tiene forma de cuña, su punta es bastante redonda en el metopidio.

La línea basal de la carina media es ondulada en el ápice; en el metopidio, a igual distancia del margen dorsal, la carina se reduce sólo en el frente y se une muy lejos de la base de la cabeza en el plano que forma el frente (Fig. 45).

La mancha dorsal es triangular, su punta mira hacia el margen lateral con dirección a la franja subapical.

La franja frontal es angosta y se ensancha cerca del metopidio; empieza de la base de la carina media y termina antes de alcanzar el metopidio.

Tipo: ♂ + ♀ ; L. Richter, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales.

Localidad del tipo: río Ocoa, selva. 450 metros de altura sobre el nivel del mar, sobre *Leguminosa.* Junio 5 de 1945.

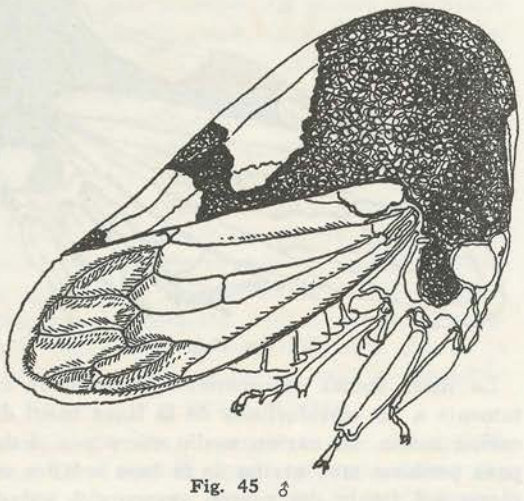


Fig. 45 ♂

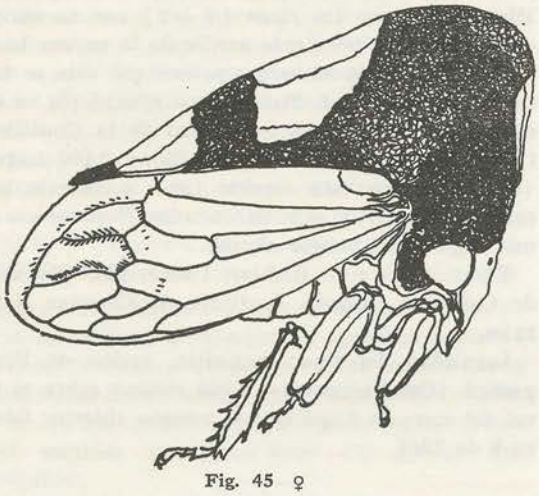


Fig. 45 ♀

MEMBRACIS CAQUETAENSIS sp. n.

La especie se distingue de la anterior por el plano frontal que está siempre retrocediendo; el borde dorsal acompaña las ondulaciones de la línea basal de la carina media y así por eso mismo parece ondulado (Fig. 46).

La carina media nace inmediatamente encima de la base cefálica.

Forma del apéndice pronotal: en total tiene forma de cuña y es relativamente poco redondeado en el metopidio. La línea basal de la carina media es más ondulada. La propia carina no llena las ondulaciones de la carina media y por eso parece también ondulada. Muy marcada es la sutura de la membrana interna; además se distingue en las hembras por el colorido de la parte superior del propio cuerpo del apéndice pronotal y de la carina media. El propio cuerpo del apéndice es lateralmente aplastado entre las dos ondulaciones.

Colorido y dibujo: el color básico es negro-pardo; en la hembra, más abajo de la sutura de la membrana interna, blancuzco pardo (como en *tectigera* sobre *Solanum jubatum*), y a veces es blanco opaco. La franja frontal nace con la carina por encima de la sutura cefálica y termina ensanchándose poco debajo del metopidio. Se manifiesta la tendencia a desarrollarse a lo largo de la sutura de la membrana interna en dirección apical. La especie tiene una franja dorsal blanca que solamente alcanza la sutura de la membrana interna, mientras que está estrechándose. La franja subapical es ancha. La punta del ápice muy pequeña. La mitad apical de los *tégmina* es pardo y transparente.

Tipo: ♂ + ♀; L. Richter, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales.

Localidad del tipo: Pedrera (Caquetá), 180 metros (?), en el camino entre el río Caquetá y la Base militar. Terreno abierto; noviembre 14 de 1946.

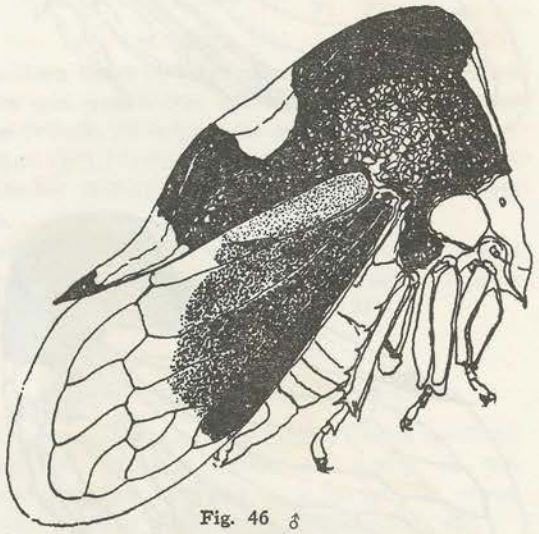


Fig. 46 ♂

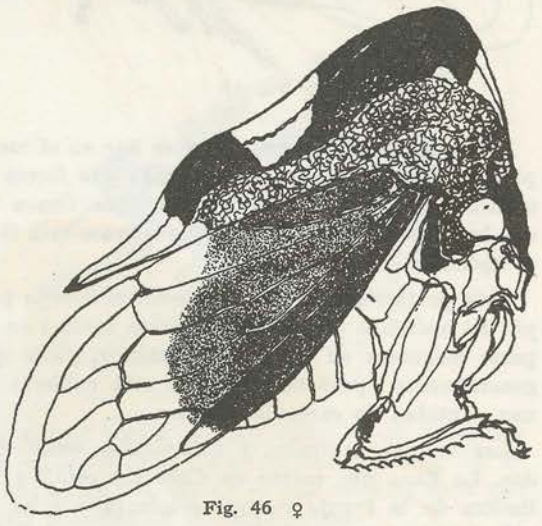


Fig. 46 ♀



Fig. 46 (larva).

MEMBRACIS ORTEGUAZAENSIS sp n.

El aspecto total de esta especie se parece al de *formosa*. Se distingue de ésta y de otras por franjas o manchas centrales dorsales, por la forma del nacimiento inmediato por encima de la base cefálica, por el dibujo y la forma de la franja central dorsal.

Forma del apéndice pronotal: el apéndice tiene forma de casco, que es más redondeado en el metopidio. La línea dorsal sigue regular, pero visiblemente a las ondulaciones de la línea basal de la carina media. La carina media se prolonga (y en esto se difiere de todas las formas anteriores) más allá de la base cefálica, y, a veces, sobresale de ella un poquito (Fig. 47).

Color y dibujo: la franja frontal ancha nace en la base cefálica pero no alcanza completamente al metopidio. En la hembra es más ancha y llega a veces al metopidio. La franja central y dorsal se ensancha hacia el margen lateral. La franja subapical deja solamente la punta extrema del apéndice negro. El colorido básico es negro-pardo; en la hembra, blancuzco-pardo, a veces muy claro.

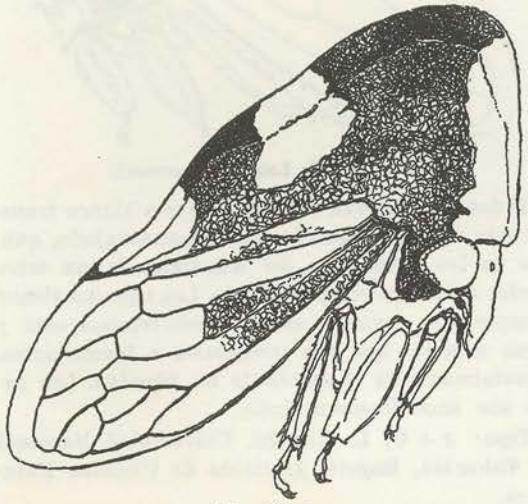


Fig. 47 ♀

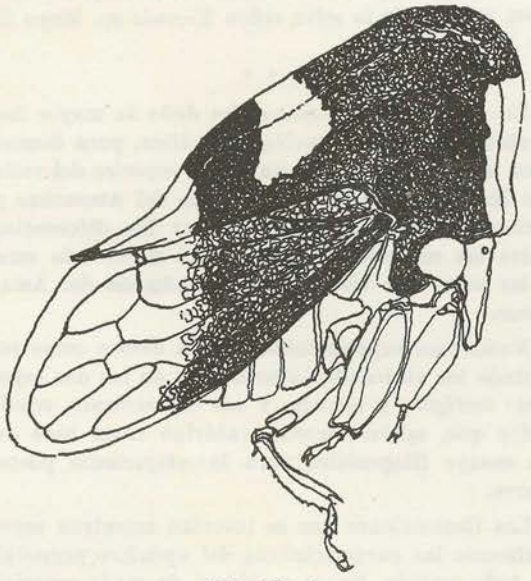


Fig. 47 ♂

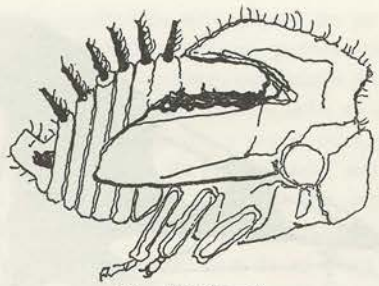


Fig. 47 (larva)

En los *tégmina* la mitad apical o algo más, es pardo-transparente.

Tipo: ♂ + ♀ ; L. Richter. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales.

Localidad del tipo: Base militar: Tres Esquinas, río Orteguaza (alrededor de 200 metros, sobre *Inga* sp.; terreno abierto (jardín de la Base Militar), marzo 10 de 1946.

Una variedad de esta especie se encontró, igualmente, sobre una leguminosa (*Cowelocasia*) en el interior de las selvas, sobre el río Ocoa, cerca de Villavicencio. El color de la hembra nunca era más claro que en el macho.

MEMBRACIS SCHULTESII sp. n.

Esta especie se distingue de todas las anteriores por una prolongación en forma de cuerno en la parte frontal del apéndice pronotal. La línea basal de la carina media sigue exactamente paralela a esta prolongación. La ondulación apical de esta línea basal es muy corta, pero siempre claramente visible.

La carina media sobresale a la base cefálica. La franja frontal se extiende de la base cefálica hasta muy cerca del metopidio; pero en la hembra es más cerca que en el macho.

La franja dorsal es de un ancho igual, redondeado hacia el borde lateral (Fig. 48). La franja subapical es mucho menos ancha.

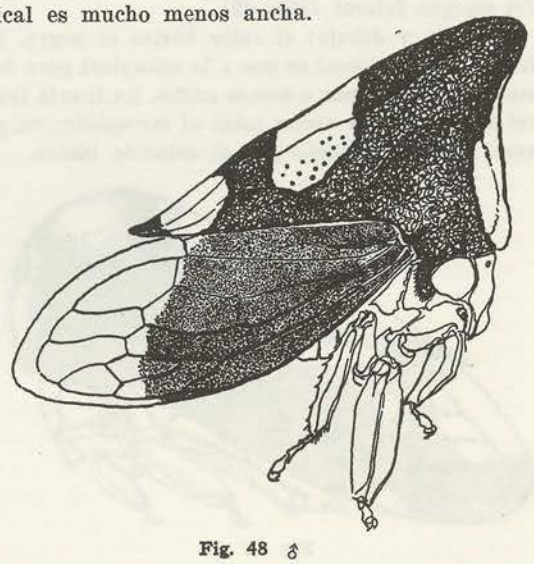


Fig. 48 ♂

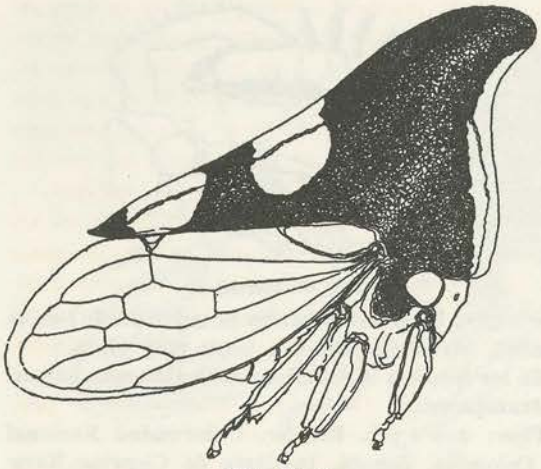


Fig. 48 ♀

Tipo: ♂ + ♀, L. Richter. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales.

Localidad del tipo: Loreto-Yacu (Amazonas), 180 metros sobre el nivel del mar; octubre 7 de 1946.

Esta especie se encontró exactamente en la misma forma sobre los ríos Ocoa y Humadea. En uno de los casos se ve una ligera carínula lateral, pero sólo en un lado del cuerno.

Dediqué esta especie a mi amigo Richard Evans Schultes, explorador incansable de las regiones centrales del río Amazonas.

MEMBRACIS MICANIAAE sp. n.

Se distingue de todas las anteriores especies porque las ondulaciones metopidiales se destacan fuertemente de la dirección general de la línea basal de la carina media. El apéndice pronotal tiene forma de cuña plana con un metopidio muy redondeado. El cuerpo propio del apéndice es muy ancho.

Encima de cada humeral hay una carina lateral muy corta a igual distancia tanto del dorso como del margen lateral (Fig. 49).

Colorido y dibujo: el color básico es negro. La franja central-dorsal se une a la subapical para formar una franja más o menos ancha. La franja frontal alcanza en su ancho total al metopidio; en general es interrumpido por el colorido básico.

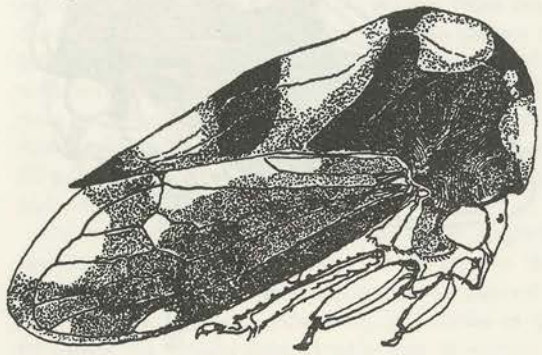


Fig. 49 ♀

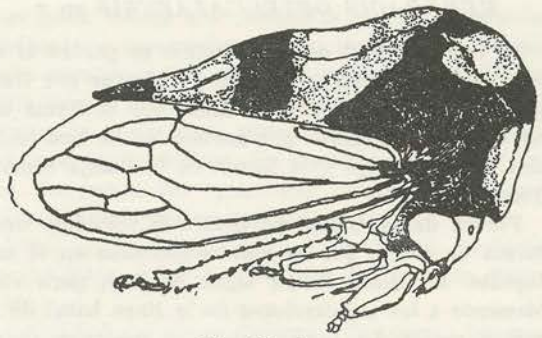


Fig. 49 ♂

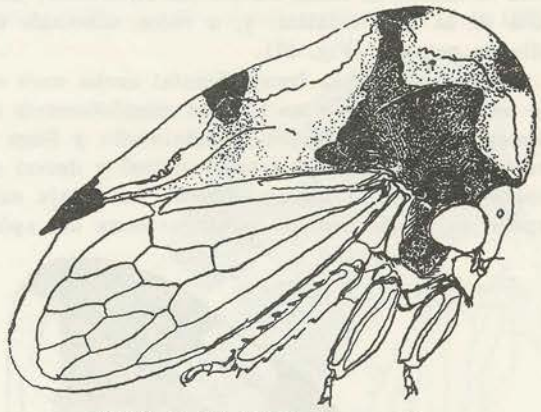


Fig. 49 ♀ (de Leticia, Amazonas).

Todas las manchas y franjas de una blanco transparente tienen bordes de amarillo-anaranjado, aunque en los ejemplares del Amazonas faltan estos bordes amarillos completamente. Los *tégmina* tienen siempre una mancha apical pardo-transparente y otras menores que son irregulares e inconstantes, especialmente en el centro de los *tégmina*. Las patas son amarillo-anaranjado.

Tipo: ♂ + ♀, L. Richter. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales.

Localidad del tipo: río Guamal (Meta), 400 metros, margen de la selva sobre *Miconia* sp. Mayo 25 de 1945.

* * *

En estas descripciones se ha dado la mayor importancia a la distribución geográfica, para demostrar la separación absoluta de las especies del valle del Magdalena de las de los valles del Amazonas y Orinoco, y además, hacer constar las diferencias entre las especies que pueblan el norte más seco y las otras que viven en el sur húmedo del Amazonas.

Numerosos experimentos de cría dieron como resultado las variedades interesantes de las dos especies: *tectigera* y *elevata*, y sus derivaciones, resultados que, aparentemente, valdrían como base de un ensayo filogenético para investigaciones posteriores.

Las ilustraciones que se insertan muestran especialmente las características del apéndice pronotal en todo sentido. No se consideró de modo especial

la sutura basal de la cabeza, la posición de los ocelos y detalles de las tibias, porque todas estas características se han mostrado como de un valor taxonómico muy dudoso: por un lado depende del observador (distancia de los ocelos o forma de la sutura basal entre cabeza y apéndice) y de la interpretación de tales valores, y por el otro lado parece muy incierto, frente a una gran variedad.

La forma de la sutura basal entre cabeza y apéndice está suficientemente visible en la vista lateral de los dibujos, por lo menos en cuanto a la forma real de la curva.

El colorido, especialmente el de los tarsos, no tiene ningún valor taxonómico, porque los colores son consecuencia de la densidad del pigmento. Tarsos hay que pueden parecer de un amarillo claro, y en individuos de la misma cría (hermanos) este amarillo puede aparecer pardo-negro, o totalmente negro, según la densidad del pigmento.

El aparato genital de este género no se tuvo en cuenta como distintivo, porque parece que existe un parentesco íntimo en todas las formas de estas especies, lo que se manifiesta, por un lado, en una gran semejanza entre las especies, y por el otro, una cierta variabilidad dentro de una especie, así que los genitales no dan valores de distinción seguros.

Además, se puede constatar generalmente en los membrácidos lo siguiente: cuando se trata de géneros cuyas especies son grandes saltadores o hábiles voladores, el *oedagus,* parece siempre el medio más útil de distinción entre las especies, aunque éstas sean muy parecidas exteriormente (*Tragopa, Cyphonia, Aconophora, Rhexia,* etc.); pero especies de un temperamento más perezoso, a las cuales pertenece también el género *Membracis,* muestran el desarrollo correspondiente de este órgano.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):247-304, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.573

El desarrollo de la herpetología en Colombia

Federico Medem

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1968, 13 (50): 149-200.



Federico Medem (1912-1984)

Fue un herpetólogo colombiano de origen letón, quien dedicó una buena parte de su trabajo en Colombia al estudio de los Crocodylia (caimanes y cocodrilos) y las tortugas. Estudió zoología y antropología física en los años 40 en la Universidad Humboldt de Berlín y llegó a ser instructor en el Instituto de Zoología de la Universidad de Berna, Suiza. A partir de 1950, año de su llegada a Colombia, y 1960, trabajó en la Universidad de los Andes, el Instituto Roberto Franco en Villavicencio y la Universidad Nacional de Colombia. Dentro de sus más destacadas publicaciones están los dos tomos sobre los Crocodylia de Colombia y de Suramérica, editados por Colciencias en 1981. Aunque la taxonomía propuesta por Medem en estos documentos ha sufrido algunos cambios, en general, ella se mantiene hoy en día. El doctor Medem también se caracterizó por mantener una actitud conservacionista, principalmente con respecto a los grupos de su mayor interés.

En este artículo, el doctor Federico Medem hace una síntesis de los grandes grupos supragénéricos (Superórden, Orden y Familia) de los géneros y de las especies que hasta ese entonces, los conformaban. Hay que reconocer que éste fue un gran esfuerzo si se tiene en cuenta que se incluyeron todas las especies de reptiles. Es interesante el hecho de haber realizado un repaso paleogeográfico de las cordilleras colombianas con el fin de comprender mejor la complejidad y distribución de nuestra herpetofauna. Destacable también es su revisión histórica con respecto a los momentos en que se registran, por primera vez, datos sobre la herpetofauna colombiana comenzando con exploradores del siglo XVIII, como fueron los misioneros que estuvieron en el Orinoco. Se nombra aquí al padre Joseph Gumilla quien, en 1741, narró sus observaciones de reptiles de la zona. Luego se pasa a mencionar a los autores colombianos y extranjeros que publicaron obras, ya sean libros o artículos, en los siglos XIX y XX sobre la herpetofauna de Colombia. Estos son algunos de los nombres a resaltar: Alexander von Humboldt (1799-1801), Carl Lehman (1892, 1893, 1898), Emmett Reid Dunn (1943-1944), el Hermano Nicéforo María (1920-1958) entre los extranjeros; y los colombianos Evaristo García (1892, 1896), Posada Arango (1889, 1909), y los hermanos Osorno Mesa (1938, 1946), entre otros. La última parte, la más larga, está dedicada a presentar una lista de los grupos de anfibios y reptiles. Se presenta, igualmente, un diagnóstico para las clases (Amphibia y Reptilia) y, dentro de éstas, para los órdenes, por ejemplo, Apoda en anfibios y Sauria en reptiles, e igualmente, para algunas familias. Para los reptiles, se hace la lista de todas las especies, pero para los anfibios solo se presenta la de los géneros, lo que muestra su clara preferencia y, tal vez, su conocimiento asimétrico de los grupos.

Julio Mario Hoyos H, Ph.D.
Profesor Titular
Pontificia Universidad Javeriana

Sandra Baena, Ph.D.
Miembro Correspondiente

EL DESARROLLO DE LA HERPETOLOGIA EN COLOMBIA

Por FEDERICO MEDEM[1]

INTRODUCCION

Colombia ocupa una posición clave y central en relación con los estudios fundamentales sobre los problemas taxonómicos, ecológicos y de distribución geográfica de la Herpeto-Fauna (anfibios y reptiles) suramericana.

La situación geográfica la convierte en un "puente" entre la América Central y Suramérica ecuatorial, es decir, el área denominada *pan-amazónica,* la cual incluye las hoyas del Amazonas y Orinoco.

Debido parcialmente a su gran extensión (1.138.338 Kms²) y al relieve de su suelo, Colombia tiene, además, un gran número de zonas ambientales (Habitat o biotopo), que van desde las áridas hasta la selva tropical pluvial, y de las sabanas tropicales y subtropicales a las cimas más altas de las mantañas.

La fauna colombiana es muy rica y compleja en concordancia con la variada geografía del país. Además de las formas endémicas, o sea aquellas que se encuentran solamente en el país o en ciertas regiones limítrofes, según su habitat preferido, existen otros elementos faunísticos que migraron en épocas geológicas pasadas desde el norte o el sur del Continente y se establecieron en el actual territorio de Colombia, y, en consecuencia, se consideran pertenecientes a la fauna autóctona.

La distribución de los animales no está restringida por fronteras políticas, sino depende en gran parte de la situación geográfica y las condiciones climáticas tanto de épocas geológicas pasadas como recientes.

Para la mejor comprensión de la complejidad de la herpeto-fauna colombiana, es necesario hacer primero un repaso sucinto paleogeográfico del *Terciario* y *Cuaternario.*

El *Terciario* abarca desde el Paleoceno hasta el Plioceno, con una duración aproximada de 74 millones de años; el *Cuaternario* incluye el período *Pleistoceno* o *Glacial* y el *Holoceno* o *Postglacial* o *Reciente;* duró más de un millón de años.

TABLA 1

Durante el Terciario tuvieron lugar dos fenómenos geológicos que influyeron decisivamente las migraciones y, consecuentemente, en la distribución geográfica de los animales del Continente americano:

1. Desde el Cretáceo (Mesozoico) inferior, pero con pronunciamiento desde el Paleoceno, empezó una temporada de cambios tectónicos ocasionada en gran parte por el volcanismo.

Los plegamientos ocasionaron la elevación de varias regiones extensas y la formación de las tres Cordilleras principales, la Central, Occidental y Oriental. Esta última constituye barrera infranqueable para las migraciones de anfibios y reptiles en cualquier dirección. Las elevaciones cordilleranas fueron interrumpidas repetidas veces por zonas de hundimiento, que cubrió el mar durante el Terciario. La elevación final, es decir, la formación de las montañas altas y permanentes de la Cordillera Oriental, ocurrió geológicamente muy tarde entre el Plioceno y el Pleistoceno Superior, aproximadamente de tres a un millón de años.

2. Como resultado de los mencionados plegamientos se presentaron a principios del Terciario Sinclinorios o zonas de hundimiento, entre ellos el *Sinclinorio de Bolívar,* el cual se extendió desde el golfo de Guayaquil (Ecuador) hasta el golfo de Urabá y se bifurcó hacia el norte en la rama de Turía (Panamá) y hacia el oriente en la de Cartagena. Esta zona permaneció invadida por el mar desde el Eoceno Medio hasta el Mioceno Superior, es decir, unos 27 millones de años aproximadamente, aunque no en su totalidad, pues las regiones de considerable elevación permanecieron secas.

Actualmente, los valles de los ríos San Juan y Atrato constituyen los últimos remanentes del Sinclinorio de Bolívar *(Bürgl,* 1961); *(Hershkovitz,* 1966). Además, el mar formó una bahía extensa entre el actual litoral del Pacífico y el Valle del Cauca durante el Oligoceno Superior; sin embargo, una zona elevada y relativamente angosta se extendió aproximadamente a lo largo del presente litoral desde el Mioceno hasta el Oligoceno; los remanentes de esta franja elevada son la Isla Gorgona-Gorgonilla, Cabo Corrientes y Cabo Marzo, que originalmente pertenecieron a la Sierra del Baudó.

Desde el Oligoceno hasta el Plioceno, es decir, durante unos 25 millones de años, se mantuvo con mayor pronunciamiento una cadena de islas entre el norte de la América Central y Suramérica. Sin embargo, no existió comunicación terrestre continua y permanente ninguna, hasta la elevación definitiva del Istmo de Panamá, lo cual se llevó a

[1] Profesor Titular de la Universidad Nacional de Colombia, en Bogotá, D. E.; Jefe de la Sección de Biología Tropical (Instituto "Roberto Franco"), del Instituto de Ciencias Naturales en Villavicencio (Meta).

TABLA No. 1

GEOLOGIA ESTRATIGRAFICA

ERA	PERIODO	EPOCA	DURACION	TIEMPO PASADO DESDE NUESTROS DIAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO (POST-GLACIAL O RECIENTE)	25.000 AÑOS	25.000 AÑOS A. C.
„	„	PLEISTOCENO O GLACIAL	1 MILLON	1 MILLON
„	TERCIARIO	PLIOCENO	11 MILLONES	12 MILLONES
„	„	MIOCENO	16 „	28 „
„	„	OLIGOCENO	11 „	39 „
„	„	EOCENO	19 „	58 „
„	„	PALEOCENO	17 „	75 „
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR INFERIOR	60 „	135 MILLONES DE AÑOS
„	JURASICO	SUPERIOR (MALM) MEDIO (DOGGER) INFERIOR (LIAS)	30 „	165 „ „
„	TRIASICO	KEUPER MUSCHELKALK WERFENIANO (ROTLIEGENDES)	40 „	205 „ „
PALEOZOICO	PERMIANO	SUPERIOR INFERIOR	25 „	230 „ „
„	CARBONIFERO	PENSILVANIANO MISISIPIANO	50 „	280 „ „
„	DEVONIANO	SUPERIOR MEDIO INFERIOR	45 „	325 „ „
„	SILURIANO		35 „	360 „ „
„	ORDOVICIANO		65 „	425 „ „
„	CAMBRICO O CAMBRIANO		80 „	505 „ „
PRECAMBRICO ANGONQUIANO (PROTEROZOICO) ARQUEANO (ARQUEZOICO)			1.500 „	2.000 „ „
AZOICO (SIN FOSILES; EVIDENTEMENTE SIN VIDA ORGANICA)			3.000 „	5.000 „ „

efecto durante el Plioceno Superior y el Pleistoceno Inferior, es decir, hace un millón y medio de años aproximadamente. La duración exacta es todavía desconocida *(Nygren,* 1950).

Ello significa que en total existieron unas cinco conexiones intercontinentales en el lapso comprendido entre el Cretáceo y el Mioceno Superior, alternándose con períodos de hundimientos.

La última separación entre el norte y el sur del Continente americano la produjo el *Sinclinorio de Bolívar,* no obstante que esta separación aparentemente nunca ha sido total, sino más bien parcial y, consecuentemente, ha existido siempre la posibilidad de migraciones de anfibios y reptiles en una y otra dirección.

Se puede afirmar que, en general, el intercambio de elementos faunísticos entre el norte y el sur, y viceversa, se acentuó desde el Pleistoceno, pero, existieron también ciertamente otros intercambios sucesivos a partir del Cretáceo Superior; no obstante son aún escasos los hallazgos de fósiles.

En relación con las migraciones hay que apuntar que tanto los ejemplares adultos y juveniles como también los huevos de reptiles, presentan gran tolerancia al agua salobre y aun salada en razón del escamado y de las cáscaras resistentes, respectivamente.

Los anfibios, en cambio, muestran tal tolerancia en grado considerablemente inferior, ya que todos ellos carecen de escamas y, sobre todo, porque la mayoría de los estados larvales (renacuajos) y huevos requieren para el desarrollo del medio ambiente de agua dulce.

Por esta razón, tanto las migraciones *activas,* por estrechos o venciendo corrientes marítimas, como las *pasivas,* es decir, los ejemplares adultos, juveniles y también los huevos "viajan" en islas flotantes formadas por aglomeraciones de vegetación lacustre, árboles y palizadas arrastradas por las corrientes, son mucho más comunes entre los reptiles que entre los anfibios. Esto ha sido confirmado por observaciones personales en las Islas del Rosario, Isla Fuerte y Gorgona-Gorgonilla.

No obstante considerarse tradicionalmente el Holoceno como el *Post-Glacial,* se efectuaron repetidas glaciaciones regionalmente limitadas, especialmente en las Sierras Nevadas de Santa Marta y Cocuy.

TABLA 2

De acuerdo con los resultados de los estudios palinológicos, es decir, el análisis de las fluctuaciones del polen de los árboles, arbustos y plantas herbáceas de la flora holocena, por *van der Hammen* (1961, 1962), es evidente que estas glaciaciones causaron repetidas fluctuaciones alternantes de húmedo-frío a húmedo-templado y de seco frío, seco-templado y seco-caliente. Demuestran, además, que en las cordilleras ecuatoriales los fenómenos glaciales e interglaciales tuvieron también las características de temporadas *pluviales* e *interpluviales,* aún entre los años 11.000 A. C. y 1.900 D. C. (Reichel-Dolmatoff, 1965, figura 4).

De otra parte sabemos que las condiciones climáticas han cambiado notablemente aun en tiempos históricos; así, por ejemplo, los cronistas españoles del siglo XVI relataron que el Darién, actualmente una región cubierta por selva tropical pluvial típica, en aquel tiempo su vegetación fue de sabanas abiertas extensas, y estaba densamente poblado por tribus indígenas de agricultores. Estos cambios climáticos trajeron, como consecuencia, cambios decisivos en los medios ambientales y produjeron, indudablemente, impactos protuberantes en la historia de la vida de la mayoría de los anfibios y reptiles, tanto tropicales como subtropicales y, quizás, también de tierra fría *(Duellman,* 1966); *(Krogzemis,* 1967).

Las fluctuaciones del clima han constituído y todavía ahora constituyen *una barrera más efectiva* para impedir las migraciones que la misma separación total o parcial de la conexión intercontinental.

Existen en Colombia reptiles y anfibios que, evidentemente, correspondieron a la fauna norteamericana, en el sentido de la zona que abarca el sur de los Estados Unidos y México, donde estuvo ubicado el centro de su evolución y radiación hacia el sur; otros provinieron de la fauna de Suramérica ecuatorial y su radiación se efectuó hacia el norte. Si esta teoría resultare correcta, se debe encontrar hacia el norte de Colombia más elementos faunísticos de origen nórdico y centroamericano y, por el contrario, los elementos procedentes del área ecuatorial abundarán más hacia el sur de la Cordillera Oriental.

Esta constituye barrera decisiva con respecto al intercambio de reptiles y anfibios recientes por migración, entre el norte y el sur de Colombia, y divide el país en dos áreas extensas y bien definidas.

Tal es el caso de la distribución de los *Testudinata* y *Crocodylia* y, aparentemente, también para la mayoría de los géneros de los *Sauria* y *Serpentes.* Hay que advertir, sin embargo, que debido al gran número de especies y por falta de estudios detallados, se conocen muchos menos datos exactos sobre la distribución geográfica de lagartos y serpientes que acerca de las tortugas y crocodilídeos.

En general, puede decirse, *v. gr.,* que si la misma especie se encuentra a ambos lados de la Cordillera Oriental, es porque tal especie había ya logrado invadir una u otra zona respectivamente *antes* de la elevación de la Cordillera.

DATOS HISTORICOS

En las obras de los cronistas de Indias *(Oviedo,* etc.), no hemos encontrado referencia alguna

TABLA No. 2

AÑOS	EPOCA	FASES DE GLACIACION	CONDICIONES CLIMATICAS
D. C. 1.900	HOLEOCENO		
D. C. 1.000	„		CLIMA HUMEDO
D. C. 1.100 APROXIMADA-MENTE	„	GLACIACION No. IV EN LA SIERRA NEVADA DE COCUY (BOYACA) CORDILLERA ORIENTAL	CLIMA SECO
A. C. 700 A. C. 1.000	„	FASE DE BOLIVAR (GLACIACION) EN LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA (MAGDALENA)	SUB-ATLANTICO; CAMBIO A UN CLIMA HUMEDO Y FRESCO
A. C. 2.000	„		LIGERAMENTE MAS HUMEDO EN LOS LLANOS DEL ORINOCO
A. C. 3.000 A. C. 4.000	„		SUB-BOREAL; CAMBIO A UN CLIMA SECO Y MAS CONTINENTAL
A. C. 5.000	„	GLACIACION No. III EN LA SIERRA NEVADA DE COCUY	ATLANTICO; CLIMA HUMEDO Y TEMPLADO
A. C. 6.000	„		BOREAL; CLIMA SECO Y TEMPLADO
A. C. 7.000	„		PRE-BOREAL; CLIMA SECO Y RELATIVAMENTE FRIO
A. C. 8.000	GLACIAL SUPERIOR	GLACIACION No. III EN LA SIERRA NEVADA DE COCUY	CLIMA SECO Y FRIO
A. C. 9.000	„		CLIMA SECO Y FRIO
A. C. 10.000	„		CLIMA SECO Y MAS TEMPLADO
A. C. 11.000	„	GLACIACION No. II EN LA SIERRA NEVADA DE COCUY	CLIMA HUMEDO Y FRIO
↓		FASE DE MAMANCANACA (GLACIACION EN LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA)	MAYOR HUMEDAD Y FRIO
		GLACIACION No. I EN LA SIERRA NEVADA DE COCUY	MAYOR HUMEDAD Y FRIO

TABLA 2 LOS CAMBIOS CLIMATICOS DESDE LOS AÑOS A. C. 11.000 HASTA D. C. 1.900 APROXIMADAMENTE: PARCIALMENTE ADAPTADO SEGUN REICHEL-DOLMATOFF. 1965. FIG. 4.

respecto a la herpeto-fauna colombiana, aunque es de esperarse que existieron, pero se perdieron para la posteridad.

En cambio, disponemos de descripciones e informes elaborados por los misioneros; entre ellos sobresale, indudablemente, la obra del Padre Joseph Gumilla, 1741, intitulada "El Orinoco Ilustrado". El mérito principal del autor consiste en la acumulación de una cantidad enorme de datos sobre la etnología, folclore, historia, geografía, botánica y zoología de la hoya del Orinoco, observados y anotados por él mismo durante sus largos viajes, con cierto espíritu crítico y, a veces, con buen sentido de humor. Muchos de estos datos se refieren a los reptiles, ya sean útiles o peligrosos para los nativos e informan sobre las costumbres y modo de vivir de ellos, punto de vista ciertamente nada común en el siglo XVIII.

A modo de ejemplo, veamos un trozo breve pero significativo acerca de la ecología de las tortugas, de las serpientes, caimanes y lagartos, con varias referencias a las creencias y supersticiones populares.

Tomo I, pp. 298 - 308 de la edición de 1944.

"Cosecha admirable de tortugas"... El autor se refiere a la multitud innumerable de individuos de dos especies de tortugas, a la cosecha de huevos y a la fabricación del aceite en el Orinoco.

El *Terecay (Podocnemis unifilis),* que apenas tiene una arroba de peso, pone en el mes de febrero en las playas; los nidos contienen hasta 24 huevos. La Tortuga grande *(Podocnemis expansa)* "que pesa dos arrobas, sin falta, como lo he experimentado yo con la romana", sale también en febrero a principios de noche... "temerosas del sol, que las suele su calor dejar muertas en las playas"... a poner sus nidadas de 72 a 74 huevos. Las tortuguitas recién nacidas no salen de día, ya que el calor del sol las mata, e, igualmente, las aves de rapiña las persiguen y devoran con mayor facilidad, sino de noche. El Padre Gumilla se sorprendió... "que nunca yerran el camino, sino que vía recta se van al agua"... Hizo una serie de experimentos... "esto me causó gran armonía, que repetidas veces puse las tortuguillas a gran distancia del río, llevándolas cubiertas, y haciéndolas dar muchas vueltas, y revueltas en el suelo, para que perdiesen el tino; pero luego se veían libres tomaban el rumbo derechamente al agua..." Los indios Otomacos y otros cosechan grandes cantidades de tortugas, tortuguillas y huevos, pero "también concurren multitud de Tigres *(Panthera onca)* a voltear, y comer tortugas, que realmente vuelven fastidioso el paseo, y regocijo de los indios..."

Tomo II, pp. 142 - 158.

"De las culebras venenosas de aquellos países, y sus remedios prácticos". "El primer horrible serpentón... es el *buío* al que llaman los indios jirará aviofa... su largo suele llegar a ocho varas... por hallarse con gran frecuencia... en las lagunas y ríos, donde de ordinario vive..."

Se trata del Güío negro o Anaconda *(Eunectes murinus gigas)* el cual representa el ofidio más grande del mundo (véase: lista de serpientes).

Evidentemente, la creencia popular que aún perdura en los campos acerca de que el güío negro atonta la presa mediante su vaho penetrante, es bastante antigua y el Padre Gumilla se refiere a ella como sigue: "...con todo, el que sabe el alcance largo del pestilente vaho de su boca, pone en fuga su mayor seguridad... un vaho tan ponzoñoso, y eficaz, que detiene, atonta y vuelve inmóvil al animal que infirió...". Además, el autor cree que el buío no tiene dientes... "y así gasta largo tiempo, y aun días enteros, en engullir una presa...", lo que es, en realidad, erróneo, pero hace otra observación biológicamente muy importante: "... se encuentran frecuentemente tendidos al sol dichos buíos, con las astas de un venado hechas bigoteras; y es, que después de engullir el venado, se le atranca la cornamenta, hasta que digerido lo que tragó, sacude de su boca las astas...". Indudablemente, este hecho ha dado origen a otra creencia popular todavía existente, v. gr., la de una culebra enorme "con corona" o "con cachos".

Un buío ha sido observado atacando a un caimán *(Crocodylus intermedius)* y ya ha engullido la tercera parte "... que sería vara y media..." cuando lo mataron mediante grandes esfuerzos con flechas y lanzas y sacaron la piel... "la cual después de seca tuvo siete varas y tres cuartas de largo, y tres tercias de ancho..."

La observación es, por cierto correcta, ya que el güío negro se alimenta con frecuencia de babillas *(Caiman sclerops)* y caimanes, estos últimos todavía abundantes en tiempos pasados.

"Otras culebras cazadoras". "...en lo corpulento llegan a igualar a los buíos, pero en lo largo los exceden en muchas varas; éstas tienen librado su alimento en su velocidad...".

Estos ofidios son difíciles para clasificar: serpientes de un tamaño tan largo no existen; muy posiblemente se trata de una combinación de informes de los nativos que se refieren tanto al Güío perdicero *(Constrictor constrictor constrictor),* el cual crece hasta cuatro metros, como a varias Cazadoras *(Chironius carinatus; Spilotes pullatus; Pseustes poicilonotus,* etc.), que crecen hasta unos tres metros, andan con gran velocidad y son muy agresivas pero no venenosas.

La Cascabel (Crotalus durissus terrificus)...

"...tienen los sonoros en la extremidad de la cola, sirven a los curiosos, y a los médicos: a aquéllos para saber, después de muerta, cuántos años tenía la culebra, porque cada año les nace un nuevo cascabel...; a éstos, sirven de triaca y reme-

dio para varios dolores...". La creencia popular acerca del cascabel anual todavía persiste, pero no corresponde a la realidad (véase: lista de serpientes).

La Culebra Macaurel es altamente venenosa y ataca a saltos... Posiblemente se trata de *Bothrops atrox,* denominada "macaurel" o "macabrel" en el Arauca, pero "cuatronarices" en el Meta; en cambio, llaman "macaureles" a varias especies de ofidios inofensivos *(Boa canina; Boa hortulana hortulana,* etc.).

La Culebra Sibucán. "...y por ser su color de tierra, ni la ve, ni la distingue...; pero cuando ella está enroscada dentro de sí misma, se hace más incógnita, porque a cualquiera le parece que es una bosta de buey ya seca..." "Tiene tres varas de longitud, es altamente venenosa y ataca a saltos a caminantes como a jinetes; se encuentra en la tierra cálida y templada donde abunda; vive en la sombra de los bosques dentro de la maleza... Tanto el tamaño como las costumbres indican que, quizás se trata de la "Rieca" o "Verrugosa" *(Lachesis muta muta),* un ofidio muy venenoso, grueso y de escamas sobresalientes, parecidas a la superficie de un "sibucán" o "tipití", que usan los indios para exprimir el jugo venenoso de la yuca brava antes de fabricar el manioco; crece hasta cuatro metros y representa una de las serpientes ponzoñosas más grandes del mundo.

Las culebras corales (género *Micrurus).* "...llamadas así, porque prevalece el color encarnado, veteado de negro, pardo, amarillo y blanco..., aunque según la variedad de ellas varían más o menos sus colores...; pero aunque varían de color, no varían de humor: tal, que entre cuantas culebras hay hasta hoy conocidas por allá, ninguna llega a la violencia del veneno de las corales...".

La creencia popular de que el *colmillo del caimán* constituye el contraveneno más efectivo, tiene su origen en Africa y, muy posiblemente, en la costa occidental, de donde se transportó la mayoría de los esclavos.

El Padre Gumilla anotó (pp. 196-197): "...contra las yerbas venenosas que los negros esclavos suelen usar unos contra otros; y no pocas veces contra sus amos...". "...el descubrimiento de la virtud de tal colmillo, es moderno, y fue así: deseoso un negro esclavo, en las haciendas de Caracas, de matar a otro, le dio ocultamente de cuantos venenos y yerbas venenosas tenía noticia..."; y viendo que se cansaba en balde, porfiando en vano, porque su enemigo estaba bueno... hasta que un día dijo el negro malévolo al otro: "camarada, y si algún mal cristiano nos quisiese dar veneno, ¿qué remedio sabes?" El otro sacó el brazo, levantó la manga, y mostrándole un colmillo de caimán atado a la carne, le dijo ingenuamente: "amigo, teniendo este colmillo, no hay veneno que valga". Corrió la voz, y con la experiencia el aprecio...

De los caimanes o cocodrilos (pp. 187-198).

Los "caimanes" *(Crocodylus intermedius)* abundan principalmente "...en los raudales, remolinos y peñascos, donde suelen naufragar las embarcaciones, y junto a las poblaciones donde van las gentes a lavarse..." Se alimentan de peces, pero evidentemente pasan por largas temporadas sin alimentarse... "porque desentrañando algunos después de muertos, rara, y casi ninguna vez les hallé en el estómago comida alguna: los que todos sí tienen en el fondo del ventrículo, es un gran canasto de piedras menudas muy lisas y lustrosas, amolándose con la agitación unas a otras...", "dicen aquellos indios que cuando va creciendo el caimán, va recibiendo dificultad en dejarse aplomar al fondo del río, sobre cuyas arenas duerme cubierto del todo el peso de las aguas, que sobre él corren...", "...recurre a la playa, y traga tantas piedras, cuantas necesita para su lastre y contrapeso, por lo cual en los caimanes grandes se halla, como dije, su vientre recargado con una canasta de piedras...". En tres tiempos están bravos. "Solo casualmente aprenden a cebarse en carne humana; y así en los ríos donde no hay poblaciones y hay poco concurso de embarcaciones, solo en tres circunstancias de tiempo son de temerse los caimanes". "La primera, cuando por septiembre y octubre, andan celosos en continuo seguimiento de sus hembras. La segunda, cuando puestos los huevos en hoyas, que para ellos excavan en las playas... andan la hembra y el macho remudando la guardia no muy lejos de la nidada..., la tercera, cuando salidos ya del cascarón los caimancillos, van todos arrimaditos a las barrancas, nadando por la misma orilla del agua; entonces andan sus padres a la vista, y en este y en los otros tiempos dichos, gastan infaliblemente de su sañudo humor... y embisten con furia, disparando al mismo tiempo una ventosidad, o intolerable almizcle, tal, que aturde el sentido..." Ponen... "a lo menos 40 huevos tremendos, gruesos y largos... todo cuanto contienen adentro es clara, y en su centro una mancha parda, que dicen ellos (= los Otomacos) ser la parte que ha de ser la cabeza del caimán..." "Así lo creo, porque abriendo muchos de aquellos huevos ya empollados, he reconocido que el cuerpo y la cola del caimancillo, de más de un jeme de largo (= el término de 'jeme' significa una medida longitudinal, la distancia desde la extremidad del dedo pulgar hasta el dedo índice), ...da vuelta enroscada por el circuito interior del huevo, y la cabeza queda en el medio, o en el centro, la cual sacan luego que se rompe la cáscara, y muerden con furia el palo con que se rompió el huevo, clavando reciamente los dientes afilados en el palo...".

La mayoría de estas observaciones contiene gran valor científico, por razón de suministrar datos acerca de las costumbres y el modo de vivir de los caimanes en su *ambiente natural* y todavía

no alterado por actividades humanas. Hoy en día no se pudiera llevar a cabo tales estudios, ya que los caimanes están virtualmente exterminados, y los pocos que se refugiaron en regiones remotas, son tan ariscos que ya no se comportan más de manera natural. Los datos son, por lo general, correctos, v. gr., los referentes a la posición del caimancillo dentro del huevo y el modo de defenderse a mordiscos tan pronto como sale del huevo.

La carne del caimán es muy apreciada por los indígenas, "...especialmente en el invierno, y creciente del río, cuando es poco útil otra pesca..." Constituye otra observación muy correcta, ya que es bien sabido que la pesca en las aguas turbias de los ríos y caños crecientes es en realidad inútil. Así, los indios de aquellos tiempos siempre tenían carne en abundancia durante todo el año, lo que hoy en día no es el caso por las razones arriba mencionadas.

Los métodos usados por los Otomacos para la caza del caimán están descritos meticulosamente. La grasa o manteca del caimán constituye un alimento básico y, al mismo tiempo, un purgante indispensable para los nativos; limpia totalmente el estómago "sin dejar en él tierra alguna...", en relación con la costumbre de la *geofagia,* común en estas tierras, a la cual se refiere también Alexander von Humboldt detalladamente. El Padre Gumilla ya realizó los efectos dañinos "...el pan de los indios Otomacos es, a lo menos, la mitad de tierra gredosa, que naturalmente había de dañar a los que le comen...".

Además, el autor se refiere a la abundancia "de muchos caimanes de la misma forma y figura; pero no son bravos (aunque cuando los torean mucho, los he visto enojados), éstos solo se mantienen de pescado, y ellos son comida apetecible y de buen gusto; y cuando hay *babilla* (así se llaman) abandonan los indios cualquier otro pescado..." Se trata de la "Babilla" o "Cachirre". *(Caiman sclerops; Paleosuchus palpebrosus),* todavía bastante común en los Llanos Orientales.

Páginas 233 - 235. Anota la cantidad innumerable de *iguanas (Iguana iguana iguana)* y que en media hora los indios recogen cien de ellas "...son unos feísimos lagartos, de color entre verde y amarillo, que se mantienen de hojas de árboles; y también viven en el río, como en tierra...".

Finalmente, el Padre Gumilla suministra datos correctos sobre la ecología... "una especie de tortugas terrestres, que se llaman *icoteas,* y también *morrocoyes...* No se acercan al agua, y su concha está matizada de amarillo, encarnado, blanco y pardo... cuando el sol las fatiga, si hay alguna cueva, se amontonan en ella muchas, y los que se van en busca, suelen de una sola cueva sacar ocho, y a veces diez cargas de ellas... causa admiración el ver, que multipliquen tanto, siendo un animal tan imprόvido, que no se esconde los huevos, como las demás especies de tortugas...; como van caminando, suelta acá un huevo, otro acullá, sin cuidarse más de ellos...".

En realidad, los "morrocoyes" *(Geochelone denticulata)* presentan durante el verano o temporada seca un período de *estivación,* es decir, permanecen en estado inmóvil debajo de los árboles caídos, rastrojo denso o encuevados hasta que caen los primeros aguaceros del invierno. El "morrocoy" procedente de las hoyas del Orinoco y Amazonas, en contraste con la otra especie *(Geochelone carbonaria)* que vive al norte de la Cordillera Oriental, no excava, al parecer, huecos para anidar, sino deja los huevos "regados" en el suelo; este fenómeno lo he observado en La Macarena y en otras regiones.

En resumen, muchos de los datos del Padre Gumilla, causan admiración por cuanto denotan marcada inclinación hacia los problemas de la naturaleza, lo cual resulta excepcional habida consideración del espíritu predominante en la época.

Los informes sobre otros grupos de animales, tales como insectos, peces, aves y mamíferos, merecen estudios por parte de especialistas, en razón de que muchos datos serán muy difíciles o, quizás, del todo imposibles de verificar mediante observaciones en nuestro tiempo debido a la escasez o exterminación de ciertas especies de animales por la actividad destructiva del género humano.

El Padre don Antonio Julián, 1787, El Discurso XIX, pp. 121-126, de la edición de 1854, se refiere brevemente a una especie de tortuga marina: "De la concha fina de tortuga y madre de perla de Santa Marta", *pág. 123.* "De la pulpa... sacan manteca y aceite... pero lo que más se aprecia de estas tortugas de mar es la concha que en América llaman Carey...".

Se trata del "Carey" *(Eretmochelys imbricata imbricata),* el cual abundaba antiguamente entre Santa Marta y Riohacha, pero actualmente está virtualmente exterminado en las regiones situadas al oriente de Santa Marta, debido a la persecución continua.

Finalmente, el Padre José de Calasanz Vela, 1890, suministra muchos datos biológicos anotados durante el largo viaje que se efectuó desde Puerto Bolívar, cerca de San Martín, en el Alto Ariari (Meta), San Fernando de Atabapo, el Orinoco, los ríos Vichada, Muco y Meta, hasta Puerto de la Cruz, situado a unos 400 metros abajo de las bocas de los ríos Guatiquía y Humea (Meta), y que duró desde el 4 de marzo hasta el 14 de noviembre de 1889.

Abundaban los "caimanes" *(Crocodylus intermedius)* y las "babillas" *(Caiman sclerops),* las tortugas "terecay" *(Podocnemis unifilis)* y "sabanera" *(Podocnemis vogli),* también llamado "galápago", en el río Ariari, todos muy perseguidos por su carne y los huevos por los indios Mitúas. En el Guaviare, desde el río Iteviare por abajo, la "tortuga" o "chapanera" *(Podocnemis expansa)* era poco abundante, en cambio, el "terecay" sí abundaba; las "sabaneras" se encontraron con frecuencia en las lagunas y caños, afluentes del Guaviare, mientras el "morrocoy" *(Geochelone*

denticulata) y la "hicotea" (nombre usado para la "matamata", *Chelus fimbriatus,* en los Llanos Orientales) eran más bien escasos. Al fin del viaje anotó con asombro, que en el río Muco (Vichada) la culebra "macaurel" *(Boa hortulana hortulana)* era tan frecuente que se encontraron a veces de cuatro a cinco ejemplares en un solo árbol.

La obra del Padre Vela, virtualmente desconocida, contiene numerosas descripciones sobre la Geografía de estas vastas regiones, correctamente elaboradas, junto con múltiples datos etnográficos sobre muchas tribus indígenas ya extinguidas.

ESTUDIOS SOBRE LA HERPETOLOGIA

Los estudios sistematizados propiamente dichos sobre la fauna colombiana empezaron en época relativamente reciente, es decir, a fines del siglo XIX, con la sola excepción de las abundantes, exactas y críticas investigaciones hechas por Alexander von Humboldt entre 1799 y 1801. En mayo de 1801, observó numerosos ejemplares recién nacidos del "caimán" *(Crocodylus acutus)* en Mompox y estudió su anatomía; estos estudios fueron publicados en 1805, e intitulados: *Mémoire sur l'os Hyoide et de Larynx des Oiseaux, des Singes et du Crocodile, pp. 1 - 12, figs.*

Durante repetidas expediciones científicas se coleccionaron reptiles y anfibios, luego descritos en su mayoría por herpetólogos europeos.

J. Goudot coleccionó reptiles en el valle del Magdalena y otras regiones; participó en las expediciones dirigidas por J. B. Boussingault y F. D. Roulin en las regiones de Cúcuta, Pamplona, Santa Rosa, Tunja, Bogotá, de 1822 a 1823; luego en 1824, en los Llanos de San Martín y hasta la desembocadura del río Meta. Después viajó con el peruano Rivero a las regiones de Bogotá y Vélez, y en 1825, hacia Mariquita, el paso de Herveo hacia Supía y a las provincias de Antioquia, Popayán y el Tolima.

Las descripciones de nuevas especies de reptiles y anfibios fueron hechas por Duméril & Bibron, 1836-1854, los cuales también estudiaron el material coleccionado por Bernard Léwy en la región de Honda y Girardot.

El geólogo Carl Degenhardt, 1839, hizo estudios en las provincias de Popayán y Antioquia (Santa Rosa de Osos y Medellín), y sus colecciones de reptiles fueron descritas por Berthold (1846 a; 1846 b; 1859). Peters, 1862, describió varias nuevas especies de *Sauria* (lagartos) procedentes de la Sabana de Bogotá.

Evaristo García presentó el primer informe sobre los ofidios venenosos del Cauca el 20 de julio de 1892, y en 1896 publicó su obra clásica intitulada: "Los ofidios venenosos del Cauca, métodos empíricos y racionales empleados contra los accidentes producidos por la mordedura de esos reptiles"; pp. i - xii; 1-102, pls. 1-15 en colores. Cali.

Describió una nueva especie de serpiente: "Rabo de Chucha" del Chocó. Total 30 ctms. Habitat en las montañas del Dagua. "La designaremos con el nombre de *Lachesis punctatus*".

La descripción de *García* permaneció en el olvido hasta cuando Nicéforo María, 1929, comprobó que el nombre científico de *punctatus* tiene derecho de prioridad sobre el de *leptura* Amaral, 1923. Actualmente se denomina como *Bothrops punctatus* (García), 1896.

W. F. Rosenberg, M. G. Palmer y H.G.F. Spurrell coleccionaron una cantidad considerable de nuevos anfibios y reptiles en las regiones de Buenaventura y Cali, Noanamá, río San Juan, y Peña Lisa, río Condoto, afluente del San Juan (Chocó), respectivamente, los cuales describió Boulenger (1896, 1908, 1913, etc.) en sus obras clásicas.

Posada Arango (1889, 1909) publicó varios trabajos sobre anfibios y, principalmente, sobre ofidios.

Causó gran confusión por aplicar nombres científicos nuevos, erróneos por cierto, y cambiar la nomenclatura de muchas especies ya clasificadas y descritas correctamente en años anteriores.

El cónsul Friedrich Carl Lehmann, oriundo de Popayán, se dedicó a estudios sobre la fauna y flora del Alto Cauca y de Nariño e hizo expediciones a tan aisladas regiones, aún en nuestro tiempo, como son las del litoral del Pacífico entre los ríos Mira y Patía, en el cual último río murió ahogado. Coleccionó, de 1890 en adelante, muchas especies nuevas de anfibios y reptiles, las cuales fueron publicadas por Oskar Boettger (1892, 1893, 1898); entre ellas se cuenta una rana *(Hyla lehmanni);* Boettger, igualmente, publicó sobre el material herpetológico coleccionado por Georg Hübner, 1895, en el río Inírida, y Fritz Regel, 1897, en el valle del Magdalena.

Robert Mertens (1925 a, 1925 b, 1926) describió un género nuevo de *Amphisbaenidae* y una nueva especie de *Iguanidae* coleccionadas por Hübner en el Inírida.

Los resultados de las colecciones hechas por la Princesa Teresa de Baviera, 1898, en el valle del Magdalena, entre Barranquilla y el río Lebrija, han sido publicados por Siebenrock (1902, 1909).

Otto Bürger, 1900, relató en una obra popular su expedición efectuada durante los años 1896 - 1897, la cual empezó en Barranquilla, siguiendo por el valle del Magdalena, Purnio (Ant.), una mina de oro en la región de La Dorada, Honda, Bogotá, Villavicencio, y terminó en Orocué, río Meta. Fassl (1910), coleccionó en el cañón del Tolima y la Sabana de Bogotá, principalmente reptiles.

Ambas colecciones fueron estudiadas por Werner (1899, 1916, 1923, 1927). Fuhrmann y Mayor coleccionaron de julio 20 a noviembre 2 de 1910, entre Barranquilla, Puerto Berrío, ríos Nus y Porce, Medellín, Angelópolis, Titiribí, Filadelfia, Manizales, Mariquita, Honda, Alto del Trigo, Vi-

lleta, Facatativá, Bogotá, Zipaquirá, Laguna de Ubaque, Páramo Cruz Verde; regresaron por vía de Tocaima, Viotá, Girardot, Ambalema, La Dorada y Magangué a Barranquilla. Los resultados fueron publicados por Fuhrmann (1914) y Peracca (1914).

Barbour (1905, 1921) hizo los primeros estudios sobre los reptiles y anfibios de las islas Gorgona-Gorgonilla y Providencia.

Desde los años 1920 en adelante, nuestros conocimientos sobre la herpetología colombiana han aumentado en forma acelerada, principalmente gracias a la labor de tres destacados científicos:

El Hermano Nicéforo María se ha dedicado principalmente a estudios sobre ofidios, pero también sobre varios grupos de anfibios entre 1929 y 1958; elaboró el primer "censo" en 1942, intitulado "Los ofidios de Colombia" y publicado en la "Revista Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales", *Vol. 5,* Nº 17, pp. 84-101, pls. 1-12.

Se registraron 180 especies y subespecies, 26 de ellas halladas por primera vez en el país.

Emmett Reid Dunn publicó durante su estadía en Colombia, de junio de 1943 a fines de julio de 1944, varios artículos extensos en *Caldasia* sobre anfibios y reptiles, incluyendo en ellos todos los grupos registrados que se conocían del país; además, hizo otras numerosas contribuciones entre 1928 y 1957. Merecen citarse entre ellas un estudio sobre los lagartos endémicos en la isla de Malpelo.

Afranio do Amaral, Director del Instituto Butantan en São Paulo, Brasil, hizo contribuciones básicas a la ofiología colombiana entre 1923 y 1954, a base de material enviado por los Hermanos *Apolinar* y *Nicéforo María.* Además el Hermano Daniel, Director del Colegio San José de Medellín (1939, 1949, 1955), ha publicado resúmenes sobre ofidios, suministrando varios datos ecológicos nuevos.

Hernando y Ernesto Osorno Mesa (1938, 1946), estudiaron detalladamente los problemas sobre la reproducción, alimentación y comportamiento de las especies de *Iguanidae* procedentes de la Sabana de Bogotá *(Leiocephalus ornatus trachycephalus* y *Phenacosaurus heterodermus* y *richteri).* Federico Medem, de 1950 en adelante, se ha dedicado a estudios sobre la ecología, distribución geográfica y taxonomía de los *Crocodylia* y *Testudinata.* Valdivieso y Tamsitt (1963 a, 1963 b), hicieron nuevas investigaciones sobre la fauna herpetológica de la tierra firme y de las islas San Andrés y Providencia.

La base de todos los estudios científicos está formada por la vocación profesional. Evaristo García (1896, pp. 37-38), ya ha expresado el punto de vista del investigador genuino, con las siguientes palabras: "El vulgo, inclinado siempre a lo maravilloso, acepta como verdades incontrovertibles las impresiones de los sentidos, por absurdos que parezcan los hechos mal observados. Basta la coincidencia de los fenómenos, para admitir entre ellos relaciones de causas invariables. El hombre pensador comienza por dudar de los hechos e investiga la verdad... por medio de estudio, la observación y la experimentación; el vulgo comienza por creer las relaciones fantásticas de un modo tan obstinado, que en ocasiones es mejor no discutir con él... El buen sentido aconseja estudiar los medios naturales de que se valen, antes de caer en las supercherías de los juglares..."

Evidentemente, García, como otros profesionales, tenía que luchar contra un sinnúmero de supersticiones de índole tradicional-emocional que obstaculizan el progreso científico en todos los países del mundo.

Antes de la compilación presentada, tenemos que referirnos a unos términos relacionados con la reproducción que han causado cierta confusión:

1. *Organismos ovíparos.* Las hembras ponen huevos de los cuales nacen nuevos individuos; los huevos pasan por un período de incubación durante el cual se desarrolla el nuevo organismo.

2. *Organismos ovovivíparos.* Los huevos contienen mucha yema, que suministra alimento durante el desarrollo embrional dentro de los oviductos de la hembra, donde se efectúa un "período de incubación interna"; los nuevos organismos "nacen vivos".

En realidad, no hay una distinción exacta entre la oviparidad y ovoviviparidad, por razón de que muchos organismos ovíparos ponen huevos dentro de los cuales los embriones ya están en estado de desarrollo muy avanzado y próximos a nacer.

3. *Organismos vivíparos.* Los diminutos huevos contienen yema escasa y los embriones se alimentan de materia orgánica del cuerpo maternal, suministrada por la corriente de la sangre a través de las paredes del útero hasta su nacimiento.

Hablando solamente de la Herpeto-Fauna, viviparidad genuina ocurre únicamente en las *Caeciliidae* (anfibios) y unos pocos grupos de reptiles.

Lo que sigue es una compilación de anfibios y reptiles, fósiles y recientes, con el fin de demostrar la riqueza de la herpeto-fauna colombiana, como atrás quedó señalada.

Con ello se busca hacer ostensible el progreso logrado durante los últimos veinte años en el conocimiento de la herpetología del país.

Clase AMPHIBIA

Comprenden vertebrados que carecen de escamas externas; poseen glándulas que humedecen la piel; respiración por la piel, branquias y pulmones; u ovíparos o vivíparos; la postura de los huevos se efectúa, por lo general, en el agua; con

o sin dientes y extremidades; los estados larvales ("renacuajos") de varios grupos se distinguen notablemente de los adultos; acuáticos, terrestres, subterráneos y arborícolas.

Se distinguen tres *Ordenes de Anfibios* como sigue:

1. *Apoda.* Tatacoas
2. *Caudata.* Salamandras
3. *Anura.* Ranas y Sapos.

Apoda. — Familia **Caeciliidae.**

Anfibios de cuerpo vermiforme; sin extremidades; piel lisa con pliegues transversales; con dientes pequeños; subterráneos y acuáticos.

Los géneros *Caecilia, Siphonops* y *Rhinatrema* son ovíparos, mientras los *Gymnophis* y *Typhlonectes* son vivíparos.

Género *Caecilia* (Linnaeus), 1758.

Especies:

1. *C. bassleri* Dunn, 1942. Pto. Asís (Putumayo), 500 metros altura.

2. *C. caribea* Dunn, 1942. *Terra typica:* Pensilvania (Caldas), Valle del Cauca, 1920 m. alt., Barranquilla.

3. *C. degenerata* Dunn, 1942. *Terra typica;* Garagoa (Boyacá), región de Miraflores, 1639 m. alt., vertiente oriental de la Cordillera Oriental hacia el Casanare. Choachí, Tomaque (Cund.).

4. *C. dunni* Hershkovitz, 1938. Quebrada "Las Animas" (Chocó), afluente del río Quito, Valle del Atrato. Andagoya, río San Juan; Peña Lisa, río Condoto, afluente del Alto San Juan (Chocó).

5. *C. guentheri* Peters, 1879. Peña Lisa; Urrao (Ant.), valle del Atrato.

6. *C. nigricans* Boulenger, 1902. Sinónimo: *C. palmeri* Boulenger, 1913, Nóvita (Chocó), río Tamaná, afluente del San Juan. Isla Gorgona (Cauca); "Río Quesada" (= Ciénaga de Quesada, vecindad de Murindó (Ant.), Bajo Atrato; Andagoya; Peña Lisa.

7. *C. ochrocephala* Cope, 1866. Turbo (Ant.), golfo de Urabá.

8. *C. pachynema* Günther, 1859. Medellín; Villavicencio; Medina (Cund.), 576 m. alt., vertiente oriental de la Cordillera Oriental hacia el Casanare.

9. *C. polyzona* Fischer, 1879. *Terra typica;* Cáceres (Ant.), río Cauca, 150 m. alt.

10. *C. subnigricans* Dunn, 1942. *Terra typica:* Río Magdalena.

11. *C. tentaculata* Linnaeus, 1758. Puerto Asís; Garagoa; Sabanalarga (Atl.); Río Frío (Magd.).

12. *C. thomsoni* Boulenger, 1902. *Terra typica:* Villeta (Cund.), 1.842 m. alt. La Mesa (Cund.); Ibagué; Muzo (Boyacá).

Género *Gymnophis* Peters, 1874.

Especies:

1. *G. nicefori* Barbour, 1924. *Terra typica:* Honda (Tolima), marzo 1924, Nicéforo María. Girardot; Cáceres.

2. *G. pricei* Dunn, 1944. *Terra typica:* El Centro (Sant.), 150 m. alt., diciembre 24, 1943, E. R. Dunn, dentro de un tronco podrido. Solamente conocida de la localidad típica.

Género *Rhinatrema* Duméril & Bibron, 1841.

Especies:

1. *R. columbianum* Rendahl & Vestergren, 1938. *Terra typica:* El Tambo (Cauca), 1.000 alt. Kjell von Sneidern.

2. *R. parkeri* Dunn, 1942. *Terra typica:* Medellín (Ant.), 1.538 m. alt. Solamente conocida de la localidad típica.

Género *Siphonops* Wagler, 1828. Monotípico.

Especies:

1. *S. annulatus* (Mikan), 1820. Medina (Cund.); Guaicaramo (Boyacá), depresión entre El Engaño, al N. de Medina, y Barranca de Upía, al E. del río Meta; Sierra de La Macarena, sur, Alto Guayabero (Meta); Leticia.

Género *Typhlonectes* Peters, 1879.

Especie:

1. *T. compressicauda natans* (Fischer), 1879. *Terra typica:* Río Cauca, Muy probablemente Cáceres (Ant.), Medellín; Puerto Berrío; Honda; Barranquilla; Soplaviento (Bol.); Canal del Dique; Cúcuta (N. de Sant.); Ciénaga de Quesada ("Río Quesada" en el texto).

Nota: de fines de marzo a principios de abril de 1963, las "Ciegas" se encontraron con frecuencia en el Alto Uré (Córdoba), afluente del Alto San Jorge, pero entre enero y principios de marzo nunca se ha observado un solo ejemplar. Entre las 6:30 y 8:00 p. m., unos tres a cinco se alimentaron de intestinos de pescado cerca de la orilla; se confunden fácilmente con el pez "Anguilla" (*Synbranchus marmoratus* Bloch, 1795); miden de 516 mm. a 570 mm. de longitud total; son principalmente acuáticos, pero también se mueven ágilmente en tierra húmeda; de día permanecen en el fondo de las aguas o encuevadas dentro de las palizadas. Respecto a la reproducción, *Heinroth* (1915, citado por *Dunn,* 1942, p. 536), mantenía una hembra de 480 mm. de largo en cautividad desde julio 14, 1914; enero 16, 1915, nacieron cuatro crías que no tenían branquias y midieron de 190 mm. a 200 mm.

Paleontología.

No se han encontrado apodos fósiles hasta la fecha; sin embargo, es muy probable que evolucionaron de los *Microsaurios*, un grupo de anfibios que floreció durante el Carboniano y Permiano *(Goin & Goin,* 1962).

Se conocen de Colombia cinco géneros con 18 especies de Cecilias, varias de ellas son endémicas.

Caudata. — Familia **Plethodontidae.**

Cuerpo dividido en cabeza, tronco y cola; cuatro extremidades; sin branquias o pulmones; respiración por la piel; terrestres y arborícolas; se encuentran o en el suelo húmedo debajo de piedras y troncos o en las Bromeliáceas, plantas epifíticas que crecen en los árboles; se desconocen datos exactos sobre la reproducción de la mayoría de las especies. Nicéforo María (1958), comprobó por primera vez que *Bolitoglossa adspersa* es ovípara.

Género *Bolitoglossa* Duméril & Bibron, 1854.
Sinónimo: *Magnadigita* Taylor, 1944.
Especies:

1. *B. adspersa* (Peters), 1863. *Terra typica:* Bogotá.
Sinónimo: *Geotriton andicola* Posada Arango, 1909, Cordillera Central (Ant.), sin localidad exacta.

2. *B. altamazonica* (Cope), 1874. Acacías (Meta); Muzo (Boyacá).

3. *B. biseriata* Tanner, 1962. Isla Gorgona; norte, colonia penal; Bajo Calima (Valle).

4. *B. capitana* Brame & Wake, 1963. *Terra Typica:* Hacienda "La Victoria", entre Albán y Sasaima (Cund.), 1.780 m. alt., Nicéforo María.

5. *B. hypacra* (Brame & Wake), 1962. *Terra typica:* Páramo Frontino (Ant.), 3.610 m. alt., M. A. Carriker, Jr.

6. *B. nicefori* Brame & Wake, 1963. *Terra typica:* unos 14 kms. al N. de San Gil (Sant.), 1.500 m. alt., Nicéforo María.

7. *B. pandi* Brame & Wake, 1963. *Terra typica:* Pandi (Cund.), 1.300 m. alt., septiembre 19, 1913, Wilhelm Fritsche.

8. *B. phalarosoma* Wake & Brame, 1962. *Terra typica:* Medellín (Ant.), 1.538 m. alt.

9. *B. savagei* Brame & Wake, 1963. *Terra typica:* Cerro de San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta, 1.400 - 2.100 m. alt.

10. *B. vallecula* Brame & Wake, 1963. *Terra typica:* Yarumal (Ant.), 2.300 m. alt., enero 1962, Nicéforo María. La Ceja (Ant.), 2.217 m.; San Pedro (Ant.), 2.700 m.; 6 kms. de Retiro en dirección a Rionegro (Ant.), 2.300 m.; Santa Rosa de Osos (Ant.), 2.640 m.

Género *Oedipina* Keferstein, 1868.
Especies:

1. *O. complex* (Dunn), 1924. Isla Gorgona, norte, colonia penal.

2. *O. parvipes* (Peters), 1879. *Terra typica:* Cáceres (Ant.), río Cauca. Peña Lisa (Chocó), Condoto.

Recientemente, Brame & Wake (1963), hicieron una revisión taxonómica de las salamandras suramericanas, y describieron siete nuevas especies de Colombia.

Paleontología.

Salamandras fósiles que pertenecen a la familia *Plethodontidae* se conocen del Paleoceno *(Goin & Goin,* 1962).

En Colombia existen dos géneros con 12 especies de salamandras conocidas hasta la fecha.

Anura o *Salientia.*

Cabeza y cuello fusionados; virtualmente no hay cuello en los adultos sino la cabeza está en contacto estrecho con el tronco; sin cola en el estado adulto y postlarval; larvas (renacuajos) con cola; acuáticos, terrestres, arborícolas y cavernícolas; ovíparos, ovovivíparos y vivíparos los representantes de varios géneros cargan los huevos dentro de una o varias bolsas o pliegues, situadas en la parte dorsal *(Pipa; Gastrotheca);* otros cargan los renacuajos en las partes dorsal o lateral *(Dendrobates; Hyloxalus; Phyllobates).*

Hunter & Valdivieso (1962), estudiaron la Ovogénesis de *Hyla labialis* Peters, 1863, la rana más común en la Sabana de Bogotá.

Heredia Caño está preparando experimentos sobre la reproducción del "Sapo Mamboré", *Bufo blombergi* Myers & Funkhouser, 1951, descrito de Nachao (Nariño), 550 m. alt., Cordillera Occidental; es endémico en Colombia y representa el sapo más grande conocido del mundo.

Lo hemos encontrado, 1960, en la región de Anchicayá (Valle), entre Cali y Buenaventura, es decir, de una localidad nueva señalada por el Prof. F. Carlos Lehmann; sin embargo, los límites de su distribución geográfica son todavía desconocidos.

Se desconoce el número total exacto de los Anuros existentes en el país. Goin & Cochran han descrito recientemente tres géneros nuevos y cinco nuevas especies de Colombia, y están preparando una monografía. Debido a lo arriba mencionado, nos limitamos a citar la lista de los Anuros colombianos, tentativamente elaborada por Goin (1965).

TABLA 3

Por esta razón nos limitamos en citar la lista preliminar elaborada por Goin (1965) como sigue:

Familia	Género	Número tentativo de las especies
Pipidae	*Pipa*	2
Ranidae	*Rana*	1
	Dendrobates	11
	Phyllobates	14
Microhylidae	*Ctenophryne*	1
	Elachistocleis	1
	Relictivomer	1
Pseudidae	*Pseudis*	1
Bufonidae	*Bufo*	10
Atelopidae	*Atelopus*	8
Hylidae	*Hyloscirtus*	1
	Phrynohyas	2
	Ceratohyla	2
	Cryptobatrachus	3
	Gastrotheca	8
	Phyllomedusa	7
	Agalychnis	2
	Dryomelictes	3
	Osteocephalus	3
	Hyla	50
Leptodactylidae	*Ceratophrys*	2
	Edalorhina	1
	Eleutherodactylus	45
	Leptodactylus	13
	Eupemphix	2
	Amblyphrynus	1
	Limnomedusa	1
	Lithodytes	1
	Pleurodema	2
	Physalaemus	1
	Pseudopaludicola	1
Centrolenidae	*Centrolene*	1
	Centrolenella	6
		208

El mismo autor estima que se encuentren más de unos 225 anuros, entre especies y subespecies, en Colombia.

Paleontología.

Savage (1951) describió *Leptodactylidae* de La Venta (Huila), entre Cerro Gordo y Las Mesitas, del Mioceno Superior.

Estes y Wassersug (1963), encontraron un *Bufo marinus* casi completo también del Mioceno.

Durante los últimos veinte años se han encontrado cantidades considerables de anuros fósiles, especialmente en varios sitios argentinos. La rana propiamente dicha más antigua conocida hasta la fecha, es *Notobatrachus degiustoi* Reig, 1957, del Jurásico de Patagonia.

Además, se conocen *Leptodactylidae* del Cretáceo; *Ranidae* y *Bufonidae* del Eoceno; *Pipidae* del *Cretáceo;* Hylidae del Oligoceno, y *Leptodactylidae* y *Ceratophrynidae* del Mioceno de Patagonia (Goin & Goin, 1962).

El número total de los anfibios colombianos comprende, tentativamente presentado:

1. *Apoda:* 5 géneros con 18 especies y subespecies.
2. *Caudata:* 2 géneros con 12 especies y subespecies.
3. *Anura:* 35 - 36 géneros con 225 especies y subespecies.

Eso quiere decir que un total de 43 géneros con 255 especies y subespecies de anfibios ha sido registrado hasta la fecha del país.

Clase REPTILIA

Comprenden vertebrados de piel seca, córnea y, por lo general, provista de escamas, placas y escudos; cuatro extremidades en la mayoría de los géneros, pero en varios grupos reducidos o ausentes; con o sin dientes; órgano copulador *(hemipenes)* doble en los *Sauria* y *Serpentes;* ovíparos, ovovivíparos y vivíparos; herbívoros, omnívoros y carnívoros; terrestres, subterráneos, arborícolas y acuáticos. Se distinguen cuatro *Ordenes,* los cuales se denominan como sigue:

1. *Testudinata.* Tortugas en general.
2. *Crocodylia.* Caimán, Babillas, Yacaré, Tulisio.
3. Superorden *Squamata.*
   - A. Orden *Sauria.* Lagartos en general.
   - B. Orden *Serpentes.* Serpientes, ofidios, culebras.

Debido a la gran cantidad de lagartos y serpientes, no es posible incluír todas las localidades colombianas para no alargar la presente contribución, sino nos referimos a las localidades típicas y a otras en el caso de una amplia distribución dentro del país; no incluímos las localidades típicas situadas en otros países, sino en casos excepcionales, *v. gr.* de una clasificación errónea.

Orden *Testudinata.*

Cuerpo dentro de un caparazón (Carapax y Plastron), formado por una capa gruesa ósea, la cual está cubierta por láminas córneas delgadas; cabeza, cola y las cuatro extremidades retráctiles; sin dientes; maxilar y mandíbulas con cubiertas córneas; ovíparos; terrestres, de agua dulce, y marinas.

Suborden *Cryptodira.*

Tortugas de cuello oculto, en las cuales la cabeza se esconde por completo en la concha por medio de una flexión vertical del cuello.

Familia **Chelydridae.**

Género *Chelydra* Schweigger, 1812.
Especie:

1. *C. serpentina acutirostris* Peters, 1862. "Bache, Guachí, Guáchara". La longitud de la cola es mayor que la del caparazón en los juveniles, casi igual en los adultos; acuática. Alto Sinú; Litoral del Pacífico; Valle del Cauca hasta alrededor de Armenia.

Familia **Kinosternidae.**

Género *Kinosternon* Spix, 1824.
Especies:

1. *K. albogulare* Duméril & Bocourt, 1870. "Swanka, Shangua". Constituye un elemento faunístico centroamericano (Nicaragua y Costa Rica); se encuentra solamente en San Andrés, isla, pero no en Providencia, isla, y Santa Catalina, isla.

2. *K. dunni* K. P. Schmidt, 1947. *Terra typica:* Puerto Pizarro (Chocó), desembocadura de río Baudó, costa del Pacífico. "Cabeza de trozo"; muy rara y endémica en Colombia; confinada a las hoyas del San Juan y Baudó, probablemente en el Alto Atrato (Medem, 1961 a).

3. *K. postinguinale* Cope, 1887. "Tapaculo". Lebrija, San Gil; La Mesa (Cund.); Garzón (Huila), 700 m. alt.; Mesa de Cucuana (Tolima), 800 m. alt. Evidentemente representa una especie que vive en áreas de cierta elevación de la vertiente de la Cordillera Oriental hacia el valle del Magdalena; se desconocen los límites de su distribución; no se encuentra en la costa del Caribe y en el Sinú.

4. *K. scorpioides scorpioides* (Linnaeus), 1766. "Tapaculo", morichelero. Desde los Llanos Orientales del Arauca hasta Florencia (Caquetá) y el Amazonas.

5. *K. scorpioides panamense* K. P. Schmidt, 1946. "Tapaculo". Hoyas del Magdalena y Sinú; Catatumbo (N. de Sant.).

6. *K. spurrelli* Boulenger, 1913. "Tapaculo, Morrocoy". *Terra typica:* Peña Lisa (Chocó), río Condoto, afluente del Alto San Juan. Litoral del Pacífico; Valle del Cauca hasta Sevilla; río Sinú; río Uré (Córdoba), afluente del San Jorge; escasamente en la región de Tolú (Sucre).

Familia **Emydidae.**

Género *Geoemyda* Gray, 1834.
Especies:

1. *G. annulata* (Gray), 1860. "Montañé". Terrestre. Litoral del Pacífico; Valle del Atrato; Alto Uré; río Manso, afluente del Alto Sinú.

2. *G. punctularia diadematа* Mertens, 1954. "Inguensa". En Colombia se encuentra solamente en el Catatumbo.

3. *G. punctularia melanosterna* (Gray), 1861. *Terra typica emendata* (Medem, 1962 c, p. 315): Punta Charambirá (Chocó), delta del río San Juan, Colombia. "Chibiguí, Palmera, Bijaoguera". Costa del Pacífico; valles del Atrato y Sinú; valle del Magdalena hasta La Girona (Sant.), al E. de Lebrija.

4. *G. punctularia nasuta* (Boulenger), 1902. "Tortuga blanca, Chibiguí". Litoral del Pacífico; en todos los ríos que se desembocan en el Pacífico; río Quito, afluente del Alto Atrato (Chocó), muy escasa en el río Truandó, afluente del Bajo Atrato.

Género *Pseudemys* Gray, 1856.
Especies:

1. *P. scripta callirostris* (Gray), 1855. *Terra typica restricta:* Río Magdalena, Colombia (L. Müller, 1940).
"Icotea". Hoyas del Magdalena y Sinú; escasamente al E. de Santa Marta hacia la Guajira; posiblemente su distribución geográfica ha sido más extensa durante el último Pluvial, ya que se ha encontrado en el Cerro Chichiriviche, Estado de Falcón, Venezuela (Shreve, 1947).

2. *P. scripta ornata* (Gray), 1831. "Pecho de Carey". Acandí (Chocó), río Truandó; Turbo, golfo de Urabá; 1965, se encontraron dos ejemplares en la orilla del mar en Tolú, encima de taruya flotante *(Eichornia spec.),* una planta de agua dulce que abunda en las ciénagas, posiblemente procedente del Valle del Atrato; uno de ellos murió pronto, el otro vivió varios meses en el criadero de la C. V. M., en Cartagena. Constituye un caso típico de la "migración pasiva", tomando en cuenta la resistencia contra el agua salada y la distancia considerable. Lo mismo se ha observado con cierta frecuencia en las Islas del Rosario (Bolívar), donde se encontraron las "Icoteas", *P. scripta callirostris,* en la Isla Grande, evidentemente procedentes del Canal del Dique.

Familia **Testudinidae.**

Género *Geochelone* Fitzinger, 1836.
Especies:

1. *G. carbonaria* (Spix), 1824. "Morrocoy". En las regiones al Norte de la Cordillera Oriental;

Suborden *Cryptodira.*

Tortugas de cuello oculto, en las cuales la cabeza se esconde por completo en la concha por medio de una flexión vertical del cuello.

Familia **Chelydridae.**

Género *Chelydra* Schweigger, 1812.
Especie:

1. *C. serpentina acutirostris* Peters, 1862. "Bache, Guachí, Guáchara". La longitud de la cola es mayor que la del caparazón en los juveniles, casi igual en los adultos; acuática. Alto Sinú; Litoral del Pacífico; Valle del Cauca hasta alrededor de Armenia.

Familia **Kinosternidae.**

Género *Kinosternon* Spix, 1824.
Especies:

1. *K. albogulare* Duméril & Bocourt, 1870. "Swanka, Shangua". Constituye un elemento faunístico centroamericano (Nicaragua y Costa Rica); se encuentra solamente en San Andrés, isla, pero no en Providencia, isla, y Santa Catalina, isla.

2. *K. dunni* K. P. Schmidt, 1947. *Terra typica:* Puerto Pizarro (Chocó), desembocadura de río Baudó, costa del Pacífico. "Cabeza de trozo"; muy rara y endémica en Colombia; confinada a las hoyas del San Juan y Baudó, probablemente en el Alto Atrato (Medem, 1961 a).

3. *K. postinguinale* Cope, 1887. "Tapaculo". Lebrija, San Gil; La Mesa (Cund.); Garzón (Huila), 700 m. alt.; Mesa de Cucuana (Tolima), 800 m. alt. Evidentemente representa una especie que vive en áreas de cierta elevación de la vertiente de la Cordillera Oriental hacia el valle del Magdalena; se desconocen los límites de su distribución; no se encuentra en la costa del Caribe y en el Sinú.

4. *K. scorpioides scorpioides* (Linnaeus), 1766. "Tapaculo", morichelero. Desde los Llanos Orientales del Arauca hasta Florencia (Caquetá) y el Amazonas.

5. *K. scorpioides panamense* K. P. Schmidt, 1946. "Tapaculo". Hoyas del Magdalena y Sinú; Catatumbo (N. de Sant.).

6. *K. spurrelli* Boulenger, 1913. "Tapaculo, Morrocoy". *Terra typica:* Peña Lisa (Chocó), río Condoto, afluente del Alto San Juan. Litoral del Pacífico; Valle del Cauca hasta Sevilla; río Sinú; río Uré (Córdoba), afluente del San Jorge; escasamente en la región de Tolú (Sucre).

Familia **Emydidae.**

Género *Geoemyda* Gray, 1834.
Especies:

1. *G. annulata* (Gray), 1860. "Montañé". Terrestre. Litoral del Pacífico; Valle del Atrato; Alto Uré; río Manso, afluente del Alto Sinú.

2. *G. punctularia diadematа* Mertens, 1954. "Inguensa". En Colombia se encuentra solamente en el Catatumbo.

3. *G. punctularia melanosterna* (Gray), 1861. *Terra typica emendata* (Medem, 1962 c, p. 315): Punta Charambirá (Chocó), delta del río San Juan, Colombia. "Chibiguí, Palmera, Bijaoguera". Costa del Pacífico; valles del Atrato y Sinú; valle del Magdalena hasta La Girona (Sant.), al E. de Lebrija.

4. *G. punctularia nasuta* (Boulenger), 1902. "Tortuga blanca, Chibiguí". Litoral del Pacífico; en todos los ríos que se desembocan en el Pacífico; río Quito, afluente del Alto Atrato (Chocó), muy escasa en el río Truandó, afluente del Bajo Atrato.

Género *Pseudemys* Gray, 1856.
Especies:

1. *P. scripta callirostris* (Gray), 1855. *Terra typica restricta:* Río Magdalena, Colombia (L. Müller, 1940).
"Icotea". Hoyas del Magdalena y Sinú; escasamente al E. de Santa Marta hacia la Guajira; posiblemente su distribución geográfica ha sido más extensa durante el último Pluvial, ya que se ha encontrado en el Cerro Chichiriviche, Estado de Falcón, Venezuela (Shreve, 1947).

2. *P. scripta ornata* (Gray), 1831. "Pecho de Carey". Acandí (Chocó), río Truandó; Turbo, golfo de Urabá; 1965, se encontraron dos ejemplares en la orilla del mar en Tolú, encima de taruya flotante *(Eichornia spec.),* una planta de agua dulce que abunda en las ciénagas, posiblemente procedente del Valle del Atrato; uno de ellos murió pronto, el otro vivió varios meses en el criadero de la C. V. M., en Cartagena. Constituye un caso típico de la "migración pasiva", tomando en cuenta la resistencia contra el agua salada y la distancia considerable. Lo mismo se ha observado con cierta frecuencia en las Islas del Rosario (Bolívar), donde se encontraron las "Icoteas", *P. scripta callirostris,* en la Isla Grande, evidentemente procedentes del Canal del Dique.

Familia **Testudinidae.**

Género *Geochelone* Fitzinger, 1836.
Especies:

1. *G. carbonaria* (Spix), 1824. "Morrocoy". En las regiones al Norte de la Cordillera Oriental;

valle del Atrato; Providencia, isla; no se encuentra en el litoral del Pacífico.

2. *G. denticulata* (L.), 1766. "Morrocoy". En las regiones al oriente y sur de la Cordillera Oriental, desde los Llanos Orientales hasta la Amazonia.

Superfamilia **Chelonioidea.**
Familia **Cheloniidae.** Tortugas marinas.

Género *Caretta* Rafinesque, 1814.
Especies:

1. *C. caretta caretta* (L.), 1758. "Caguamo, Gogó". En el Mar Caribe.

2. *C. caretta gigas* Deraniyagala, 1939. "Caguama". En el Océano Pacífico.

Género *Chelonia* Latreille, 1801.
Especies:

1. *C. mydas mydas* (L.), 1758. "Tortuga verde, Tortuga blanca". En el Mar Caribe. No anida en Colombia, sino en Costa Rica; ejemplares marcados en la Playa "Tortuguero" han sido encontrados en Cartagena y Riohacha; debido a la persecución continua y no controlada por leyes de protección, está bastante escasa.

2. *C. mydas japonica* (Thunberg), 1787. En el Océano Pacífico.

Género *Eretmochelys* Fitzinger, 1843.
Especies:

1. *E. imbricata imbricata* (L.), 1766. "Carey". En el Mar Caribe; ya muy escaso al oriente de Santa Marta, más frecuente en el golfo de Urabá.

2. *E. imbricata bissa* (Rüppel), 1835. En el Océano Pacífico.

Género *Lepidochelys* Fitzinger, 1843.
Especie:

1. *L. olivacea kempi* (Garman), 1880. Un nombre vulgar no existe en Colombia; un solo ejemplar ha sido encontrado al E de Cartagena (Nicéforo M., 1953); *L. olivacea kempi* es una tortuga marina pronunciadamente migratoria; el centro de su distribución es el golfo de México.

Familia **Dermochelidae.**

Género *Dermochelys* Blainville, 1816. Monotípico.
Especie:

1. *D. coriacea* (L.), 1766. "Tortuga Canal, Barriguda". Representa la tortuga más grande del mundo; su caparazón alcanza la longitud de unos dos metros aproximadamente y el peso comprende hasta una y media toneladas. Anida en la playa de Acandí (Chocó), golfo de Urabá, y al oriente de Santa Marta, entre los ríos Don Diego y Buritacá.

Suborden *Pleurodira.*

Tortugas de cuello escondido; esconden la cabeza bajo el borde anterior del caparazón, doblando el cuello hacia un lado.

Género *Podocnemis* Wagler, 1830.
Especies:

1. *P. dumeriliana* (Schweigger), 1812. "Cabezona, Cabezudo". Ríos Guainía (Alto Río Negro); Isana y Bajo Inírida (Comisaría Guainía); Vichada; Bajo Caquetá y Putumayo.

2. *P. expansa* (Schweigger), 1812. "Tortuga, Chapanera". Representa la tortuga de agua dulce más grande del mundo; las dimensiones del carapax y plastron sobrepasan 800 mm. y 600 mm. respectivamente. Hoyas del Orinoco y Amazonas; no existe en los ríos Guayabero-Guaviare, Vaupés y Apaporis, sino se encuentra escasamente en sus desembocaduras, debido a raudales y saltos, los cuales inhiben el acceso.

3. *P. lewyana* Duméril, 1852. *Terra typica:* Santafé de Bogotá (sic). Evidentemente procedente del río Magdalena, coleccionada por Bernard Léwy, y luego enviada desde Bogotá al museo de París. Confinada a las hoyas del Magdalena y Sinú (Medem, 1964).

4. *P. sextuberculata* Cornalia, 1849. "Cupiso, Ayassá". Ríos Amazonas, Bajo Putumayo y Caquetá.

5. *P. unifilis Troschel,* 1848. "Terecay, Taricayá, Charapa". Hoyas del Orinoco y Amazonas; no existe en los cursos medio y alto del Vaupés y Apaporis debido a los raudales; trasladada por los indígenas al medio Inírida, donde originalmente no existió por la misma causa (Medem, 1964).

6. *P. vogli* L. Müller, 1935. "Galápaga, Sabanera". En los Llanos Orientales del Arauca, Casanare, Meta y Vichada hasta la orilla oriental del Guaviare; muy escasa en el Alto Guayabero.

Familia **Chelidae.**

Tortugas de cuello de serpiente; esconden la cabeza o, mejor dicho, solamente la nariz en la piel suelta de la parte anterior del caparazón, dejando el cuello al descubierto.

Género *Chelus* Duméril, 1806. Monotípico.
Especie:

1. *C. fimbriatus* (Schneider), 1783. "Matamatá, Icotea, Caripatúa". Hoyas del Orinoco y Amazo-

nas; antiguamente se encontró a unos 25 kms. al S. de Villavicencio y Acacías (Meta).

Género *Phrynops* Wagler, 1830.
Especie:

1. *P. geoffroanus tuberosus* (Peters), 1870. "Charapa, Matamatá". En los afluentes de los ríos Inírida, Vaupés, Apaporis y Caquetá; río Muco, afluente del Vichada. Se desconoce su presencia en los ríos Guaviare y Putumayo.

Subgénero *Batrachemys* Stejneger, 1909.
Especies:

1. *Phrynops (Batrachemys) dahli* Zangerl & Medem, 1958. *Terra typica:* Sincelejo (Sucre), junio 1956, George Dahl. Confinada a la región entre Sincelejo, San Onofre y Chinú (Córdoba); muy escasa; representa la única especie de la familia *Chelidae* encontrada en las regiones situadas al N. de la Cordillera Oriental. (Medem, 1966).

2. *P. (Batrachemys) nasuta* (Schweigger), 1812. "Matamatá". Puerto Nariño (Am.); Lago "El Dorado", Alto Vaupés; región de San José del Guaviare (Vaupés).

Subgénero *Mesoclemmys* Gray, 1873. Monotípico.
Especie:

1. *Phrynops (Mesoclemmys) gibba* (Schweigger), 1812. "Hedionda". Región entre Villavicencio y Puerto López (Meta); Sabana de San Juan de Arama (Meta); alrededor de Florencia (Caquetá), Alto Orteguaza.

Género *Platemys* Wagler, 1830.
Especie:

1. *P. platycephala* (Schneider), 1792. "Matamatá". Ríos Amazonas, Apaporis, Caquetá, Alto Orteguaza; río Guamués, afluente del Alto Putumayo, frente a Puerto Asís.

Paleontología.

En Colombia se encontraron tortugas fósiles en los siguientes sitios (Royo y Gómez, 1946; Stirton, 1953; Bürgl, 1961):

1. *La Venta,* Villavieja (Huila), formación Honda del Mioceno Superior, el sitio más rico en fósiles de vertebrados en el país conocido hasta la fecha.

A) Caparazones casi intactos de *Podocnemis expansa.*

B) Un caparazón virtualmente entero de *Chelus fimbriatus* y fragmentos de otros caparazones de la misma especie.

Nota: Ambas no existen hoy en día al norte de la Cordillera Oriental; evidentemente, su distribución se extendió a estas áreas antes de la elevación final de la mencionada Cordillera durante el Plioceno Superior y el Pleistoceno, hace 3 a un millón de años (Medem, 1966).

C) Fragmentos de *Emydidae* y *Testudinidae* indeterminados.

2. *Tama (Sant.),* río Oponcito, a 5 kms. al SE. de El Centro, valle del Magdalena; formación Mugrosa del Eoceno Superior.
Fragmentos (caparazones) de tortugas indeterminadas.

3. *Chaparral (Tolima);* formación Tuné del Oligoceno Inferior. Placas y fragmentos de tortugas grandes indeterminadas.

4. *Coyaima* (Tolima); formación Honda del Oligoceno Superior. Partes del carapax y plastron de tortugas indeterminadas.

5. *Carmen de Apicalá* (Tolima); formación Honda del Mioceno Superior. Fragmentos del carapax y plastron de *Pelomedusidae* indeterminadas.
Fósiles de *Testudinidae* se conocen desde el Paleoceno; *Dermochelidae* del Eoceno y *Chelydridae* del Oligoceno (Goin & Goin, 1962).
En Colombia existen 14 géneros con 36 especies y subespecies de *Testudinata,* entre ellos 2 terrestres, 25 de agua dulce y de 7 a 8 marinos, lo que comprende una cantidad mayor de tortugas que en los demás países de Centro y Sur América.

Orden *Crocodylia.*

Cuerpo dividido en cabeza, tronco y cola; cuatro extremidades; tegumento de placas óseas gruesas cubiertas por láminas córneas delgadas; maxilares y mandibulares provistos de dientes situados en alvéolos; ovíparos; los juveniles hasta unos 800 milímetros, se alimentan principalmente de insectos acuáticos, moluscos y cangrejos; los ejemplares de tamaño mayor de invertebrados y vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos); son principalmente acuáticos pero muy ágiles en tierra y aptos para caminar a distancias considerables.

Familia **Alligatoridae.**

Género *Caiman* Spix, 1825.
Especies:

1. *C. sclerops apaporiensis* Medem, 1955. *Terra typica:* Alto Apaporis (Vaupés), entre el raudal Jirijírimo, Soratama y Puerto Yaviya, febrero 18, 1952, F. Medem. Solamente conocido de la localidad típica; *A. sclerops apaporiensis* no se encuentra en los cursos medio y bajo del mismo río.

2. *C. sclerops chiapasius* (Bocourt), 1876. "Babilla, Tulisio". Costa del Pacífico; Isla Gorgona; valle del Atrato; Acandí; Turbo. Originalmente descrito del sur de México y siempre confundido con *C. sclerops fuscus;* constituye, sin embargo, una subespecie válida debido a varias características constantes que la distinguen de la otra subespecie.

3. *C. sclerops fuscus* (Cope), 1868. *Terra typica:* Río Magdalena, Nueva Granada. "Babilla". Hoyas del Magdalena y Sinú; Catatumbo. Se desconocen los límites de su distribución hacia el occidente, posiblemente existe entre el Sinú y el río Mulatos una zona de intercambio con *chiapasius.*

Además, existen unas *cuatro o cinco poblaciones locales* o aún, quizá, subespecies genuinas, bien distintas morfológicamente, procedentes de los Llanos Orientales, Guayabero-Guaviare; Alto Vaupés; Caquetá; Putumayo y Amazonas. Una revisión del género *Caiman* está en preparación, principalmente en relación con estas poblaciones locales *("Demes")*, con el fin de definir su estado taxonómico.

Género *Melanosuchus* Gray, 1862. Monotípico.
Especie:

1. *M. niger* (Spix), 1825. "Caimán, Yacaré assú, Jacaré açú". Ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá hasta Araracuara; su distribución geográfica y ecología en Colombia han sido estudiadas recientemente (Medem, 1963).

Género *Paleosuchus* Gray, 1862.
Especies:

1. *P. palpebrosus* (Cuvier), 1807. "Cachirre, Yacaré coroa". Principalmente en los caños y ríos de aguas correntosas de la selva del Amazonas y Orinoco; Sierra de La Macarena; no está escaso en los Llanos del Meta y del Vichada.

2. *P. trigonatus* (Schneider), 1801. "Yacaré coroa, Cachirre". Se encuentra en el mismo habitat como *P. palpebrosus;* La Macarena, norte, río Sansa, afluente del Güejar; río Ocoa (Meta), a unos 10 kms. de Villavicencio hacia Puerto López; hacienda "La Libertad" (Meta), a 12 kms. en la misma dirección; Hoya del Amazonas.

Se desconoce la presencia de ambas especies en el Arauca y Casanare. En varios ríos ambos *Paleosuchus* son simpátricos; en cambio, en otros se encuentra o *palpebrosus* o *trigonatus;* se desconocen datos exactos sobre la reproducción de ambos.

Familia **Crocodylidae.**
Cocodrilos propiamente dichos.

Es poco conocido que en Colombia existen dos especies de verdaderos cocodrilos. Esto ha causado y todavía causa mucha confusión en la literatura popular por razón de que el término *"Caiman"* significa el nombre genérico en latín para las "Babillas".

Género *Crocodylus* Laurenti, 1768.
Especies:

1. *C. acutus* Cuvier, 1807. "Caimán". A lo largo del litoral Caribe desde la Guajira hasta el golfo de Urabá; Islas del Rosario (Bol.); Islas de San Bernardo (Sucre) e Islas Fuerte y Tortuguilla (Córdoba); valles del Atrato, Magdalena y Sinú; Catatumbo; costa del Pacífico; pero ausente en las islas Gorgona-Gorgonilla.

2. *C. intermedius* Graves, 1819. "Caimán". Confinado a la hoya del Orinoco; el límite de su distribución hacia el occidente forma el río Duda (Meta), afluente del Alto Guayabero (Medem, 1958 b).

Ambas especies alcanzan una longitud de unos 23 pies (7.75 metros); Alexander von Humboldt y A. Bonpland, 1799, midieron un ejemplar procedente del río Apure, Llanos de Venezuela, que tenía una longitud total de 22 pies con 4 pulgadas.

Debido a la caza comercial no controlada por leyes efectivas de protección de recursos naturales, ambas especies están virtualmente exterminadas y pronto a desaparecer como elementos faunísticos típicos de Colombia.

Existen cuatro géneros con ocho especies y subespecies en el país; además, unas cuatro a cinco poblaciones locales *("Demes")* distintas. Esto significa una cantidad mayor de crocodilídeos que en todos los demás países sur y centroamericanos. Solamente dos especies suramericanas no se encuentran en Colombia:

1ª *Caiman yacare* (Daudin), 1802, presente desde el río Paraná (Paraguay) hasta el río Guaporé (Brasil-Bolivia). (Medem, 1960 a).

2ª *Caiman latirostris* (Daudin), 1802, presente desde el río San Francisco (Brasil); Uruguay; el norte de Argentina y el oriente de Paraguay. En cambio, las dos especies procedentes de la América Central, *Caiman sclerops chiapasius* y *Crocodylus acutus,* eran ampliamente distribuídos en el territorio colombiano.

Paleontología.

Se conocen crocodilídeos fósiles *(Archosauria)* desde el Triásico Superior; respecto a las familias todavía existentes, los *Crocodylidae* ya estaban presentes en el Cretáceo Superior y los *Gavialidae* probablemente desde el Eoceno (Goin & Goin, 1962).

Varios sitios en Colombia constituyen los más ricos en Crocodilídeos fósiles del Terciario, conocidos hasta la fecha, en la América del Sur.

Las excavaciones principales han sido llevadas a cabo por Royo y Gómez y Henao Londoño de 1941 a 1944; Stirton, Savage, Henao Londoño y Fields en 1949, y Henao Londoño y Savage de 1950 a 1951.

La primera referencia acerca de un hallazgo de un Crocodilídeo fósil ha sido publicada por el Hno. Nicéforo María, 1936 (Anónimo). El cráneo, procedente de El Rodeo (N. de Sant.) y actualmente perdido, pertenece muy probablemente a un ejemplar adulto de *Caiman neivensis* (Mook), 1941. Langston (1965) hizo una revisión muy completa de los *Crocodylia* del Terciario suramericano, principalmente a base de los ejemplares excavados en Colombia. Esta obra constituye una contribución básica al conocimiento sobre la taxonomía, paleo-ecología y distribución geográfica de los *Eusuchia* del Eoceno al Mioceno. Contiene, además, las descripciones de una familia, dos géneros y seis especies nuevas, encontradas en su mayoría en los mismos sitios como los *Testudinata*.

La Venta (Huila), Mioceno Superior, formación Honda.

1. *Sebecosuchia.* Familia *Sebecidae.*

A) *Sebecus huilensis, spec. nov.*

2. *Eusuchia.* Familia *Gavialidae.*

A) *Rhamphostomopsis spec.*

Nota: En la actualidad, existe un solo representante de los *Gavialidae, Gavialis gangeticus* (Gmelin), 1799, confinado a la India y Birmania.

Familia *Crocodylidae.*

Género *Charactosuchus, gen. nov.*

1. *Charactosuchus fieldsi, spec. nov.*

Nettosuchidae, fam. nov.

1. *Nettosuchus atopus, gen. et spec. nov.*

Nota: Se presentó el caso de que esta familia ya ha sido designada por Price (1964), como *Mourasuchus* y, consecuentemente, hubo la necesidad del cambio del nombre por razones de prioridad (Langston, 1966). Actualmente la designación taxonómica es la siguiente:

Género *Mourasuchus* Price, 1964.
Especies:

1. *M. amazonensis* Price, 1964. ¿Plioceno? Río Juruá, Estado do Acre (Brasil).

2. *M. atopus* (Langston), 1965. Mioceno Superior, La Venta (Huila), Colombia.

La Venta (Huila).
Familia *Alligatoridae.*

1. *Caiman neivensis* (Mook), 1941.

2. *Caiman spec. (¿lutescens?)* (Rovereto), 1912.
Alligatoridae, gen. et spec. indet.

Carmen de Apicalá (Tolima), Mioceno Superior, formación Honda.
Eusuchia. Familia *Alligatoridae.*

1. *Eocaiman (¿cavernensis?)* Simpson, 1933.

2. *Caiman neivensis* (Mook), 1941.

Coyaima (Tolima), Oligoceno Superior, formación Honda.
Sebecosuchia. Familia *Sececidae.*

1. *Sebecus spec.*
Eusuchia. Familia *Gavialidae.*

1. *Gavialis colombianus,* spec. nov.
Crocodylidae, gen. et spec. indet.
Alligatoridae, gen. et spec. indet.

Chaparral (Tolima), Oligoceno Inferior, formación Honda.
Eusuchia. Familia *Gavialidae.*
Gavialidae, gen. et spec. indet.

Familia *Alligatoridae.*

1. *Balanerodus, gen. nov.*
Balanerodus longimus, spec. nov.

2. *Alligatoridae,* incertae sedis.

Tama (Sant.), río Oponcito, Eoceno Superior, formación Mugrosa.
Sebecosuchia. Familia *Sebecidae.*

1. *Sebecus spec.*
Eusuchia.
Crocodylidae, incertae sedis.
Crocodylidae, gen. et spec. indet.

Ortega (Tolima), a 2 kms. al sur de la carretera hacia Guamo; Mesozoico ¿Cretáceo Superior?
Mesosuchia.
Familia indet.

1. gen. et spec. indet.

2. gen. et spec. indet.

En relación con la evolución de los representantes recientes del género *Caiman, Eocaiman cavernensis* Simpson, 1933, del Eoceno de Patagonia (Argentina), constituye aparentemente una forma ancestral; es, sobre todo, suficientemente antiguo para que todos los grupos más modernos pudiesen derivarse de este género, *v. gr.,* los géneros *Caiman* y *Melanosuchus;* en cambio, el ori-

gen filogenético de *Paleosuchus* es desconocido; posiblemente se trata de un grupo muy antiguo pero ya especializado pronto durante el período de su evolución.

Fósiles de *Crocodylus acutus* e *intermedius* ambos, aún de formas ancestrales estrechamente relacionadas, son desconocidos del Terciario centro y suramericano; probablemente se trata de una evolución muy reciente o de inmigrantes procedentes de otros continentes; habrían tenido que invadir un habitat con diferentes nichos ecológicos ya ocupados por el género *Caiman* y otros actualmente extintos y, además, competir con ellos, teniendo en cuenta que los representantes de varios géneros extintos eran por lo menos tan grandes como los cocodrilos recientes.

El hecho que el género *Crocodylus* no ha invadido el subcontinente suramericaro entero, sino solamente llegó hasta el Orinoco, sustenta la probabilidad de su inmigración durante épocas comparativamente recientes (Langston, 1965).

Superorden SQUAMATA

Orden *Sauria*. Lagartos propiamente dichos.

Vertebrados con escamas o placas córneas, derivaciones de la epidermis; cuerpo alargado; normalmente con cuatro extremidades, reducidas o ausentes en varios grupos; órgano copulador (hemipenes) doble y protráctil; mandíbulas soldadas anteriormente; en su mayoría ovíparos, otros ovovivíparos y vivíparos; omnívoros, herbívoros, pero en su mayoría carnívoros; se alimentan principalmente de insectos; terrestres, subterráneos, arborícolas y acuáticos.

Familia **Oekkonidae.**

"Gecos, Salamanquejas, Tuquecos".

Lagartos pequeños, en su mayoría trepadores; los dedos de ambos pares de extremidades están dilatados por su parte inferior o ventral y contienen láminas transversales o "almohadillas" que consisten básicamente en unas placas, cada una de las cuales lleva una gran cantidad de células microscópicas en forma de gancho, susceptibles de engancharse en la más pequeña irregularidad de cualquier superficie, *v. gr.*, aún de vidrio. El funcionamiento de tales almohadillas ha creado muchas confusiones, pero ni la succión ni una substancia pegajosa intervienen en su funcionamiento para adherirse, sino las mencionadas cadenas de ganchos microscópicos (Schmidt & Inger, 1959, p. 67). Las "salamanquejas" están consideradas como altamente venenosas, una de las numerosas supersticiones populares que aparentemente tienen su origen en el ambiente mediterráneo; en realidad son inofensivas y, sobre todo, prestan un gran servicio en las casas por alimentarse de mosquitos y otros insectos dañinos.

Por esta razón se debe protegerlas efectivamente. Los gecos de sur y centroamérica todos ponen huevos de cáscara dura y resistente debajo de troncos y piedras; son muy resistentes contra el agua salada y eso explica la presencia de muchas especies en islas situadas a considerable distancia de la tierra firme, donde evidentemente llegaron por *migración pasiva, v. gr.*, encima de las cáscaras de árboles flotantes, cocos u otra materia arrastrada por la corriente, como también en embarcaciones.

Género *Aristelliger* Cope, 1861.

Especie:

1. *A. georgeensis* (Bocourt), 1873. "Screeching lizard", "screaming lizard". Islas San Andrés y Providencia. Originalmente descrito de Belize, George Island, y presente en varias de las Islas Antillas; posiblemente sinónimo con *Aristelliger praesignis* (Hallowell), 1856. Todas las especies conocidas son insulares.

Género *Gonatodes* Fitzinger, 1843.

Gecos de hábitos diurnos y de un marcado dimorfismo sexual; los machos tienen, por lo general, la cabeza de color de herrumbre, la parte dorsal del cuerpo y cola negruzca y la punta de la cola blanca; en cambio, las hembras y juveniles son de color gris claro, salpicado de numerosas manchas oscuras.

Especies:

1. *G. albogularis albogularis* (Duméril & Bibron), 1836. Cúcuta; San Gil; Honda; Mariquita; Viotá (Cund.).

2. *G. albogularis fuscus* (Hallowell), 1885. Costas del Atlántico y Pacífico; Isla Gorgona; Quibdó; Florencia (Caquetá); Espinal; Gualanday; Medellín; Barrancabermeja. En Honda y San Gil ambas subespecies son simpátricas.

3. *G. caudiscutatus* (Günther), 1859. Litoral del Pacífico.

4. *G. concinnatus* (O'Shaughnessy), 1881. Villavicencio (Meta). Los huevos blancos de cáscara dura miden de 7.5 mm: 7.00 mm. a 8.5 mm.: 8.0 milímetros y pesan entre 70 mg. y 270 mg., según el estado de desarrollo embrional; estos datos han sido tomados de 10 a 12 de abril de 1967, en Villavicencio, Sección de Biología Tropical, y comprenden las dimensiones y el peso de 30 huevos.

5. *G. vittatus* (Lichtenstein & von Martens), 1856. Río Don Diego (Magd.); Riohacha (Guajira). Aparentemente su habitat consiste en zonas semiáridas y áridas. Los machos poseen una línea amarillenta vertebral que corre desde la cabeza hasta la cola, mientras las hembras son de color gris, salpicado con vermiculaciones y manchas pardo-oscuras. Los huevos blancuzcos de cás-

cara dura se encuentran debajo de la cáscara de cocos en el suelo, en la corteza de las palmas y en varios lugares en el techo de paja de los ranchos; miden de 5.5 mm.: 5.0 mm. a 6.5 mm.: 7.0 milímetros (Roze, 1964).

Género *Hemidactylus* Oken, 1817.
Especies:

1. *H. brooki haitianus* Meerwarth, 1901. Litoral del Caribe; Honda; de hábitos nocturnos.

2. *H. leightoni* Boulenger, 1911. *Terra typica:* Honda (Tolima), río Magdalena. Solamente conocido del tipo, depositado en el British Museum (Natural History) en Londres; nunca se ha encontrado otro ejemplar.

Nota: La especie presente en Leticia (Am.), Puerto Leguízamo (Putumayo) y Villavicencio no está debidamente clasificada; probablemente se trata de *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnés), 1818, la cual ha llegado en los barcos desde las islas Antillas a las hoyas del Orinoco y Amazonas, un caso muy típico de *migración pasiva,* común en los Gecos.

Género *Lepidoblepharis* Peracca, 1897.
Sinónimos: *Pseudogonatodes* Ruthven, 1915. *Latrogecko* Ruthven, 1916.
Especies:

1. *L. intermedius* Boulenger, 1911. *Terra typica:* Andagoya (Chocó), Alto San Juan, confluencia con el río Condoto. Isla Gorgona.

2. *L. peraccae* Boulenger, 1908. *Terra typica:* Los Mangos (Valle), entre Buenaventura y El Pilón.

3. *L. ruthveni* Parker, 1926. Isla Gorgona (Cauca), norte, represa, 45 m. alt., febrero 10, 1961, F. Medem, entre hojarasca en el suelo, junto con *L. intermedius,* en el monte.
Es el primer registro de esta especie, conocida del Ecuador, para Colombia (Uzzell, 1963, in. litt.); (ICN Nos. 653, 657, 658).

4. *L. sanctae-martae sanctae-martae* (Ruthven), 1916. *Terra typica:* Fundación (Magd.), 62 m. alt. Bonda (Magd.), vecindad de Santa Marta; hacienda "La Aguada" (Sucre), golfo de Morrosquillo, al E. de Tolú; Caño Juí, Tierra Alta (Córdoba), Alto Sinú, agosto 2, 1965, Carlos A. Velásquez.
Comprende una especie selvícola y diurna; existe un marcado dimorfismo sexual; los machos tienen la parte dorsal de la cabeza negra, bordeada por una zona lateral amarillenta a cada lado. Son lagartos diminutos: los machos miden hasta unos 25 milímetros y las hembras hasta 32 milímetros aproximadamente. En cautividad, mantenidos fácilmente con *Drosophila,* ponen un solo huevo, blanco, de cáscara dura, en el suelo, debajo de hojarasca. Tres huevos puestos en marzo 16, marzo 23 y abril 11, 1966, midieron 4.5: 4.0 mm.; 5.0: 4.5 mm., y 5.0: 4.0 mm., respectivamente. Un ejemplar nacido en marzo 23, 1966, desapareció el 25 del mes en curso, posiblemente devorado por uno de los adultos.

5. *L. xantostigma* (Noble), 1926. *Terra typica:* vecindad de Puerto Limón, Costa Rica. Sinónimo: *L. microlepis* (Noble), 1923, fide Burt & Burt, (1931, p. 248; 1933, p. 6). *Terra typica:* "Río Quesada" o "Quesado", Atrato. *Terra typica emendata:* Ciénaga de Quesada (Ant.), unos 4 kms. al sur de Murindó, Bajo Atrato; 7° N 76° 45' W, según Amer. Geogr. Soc., New York, Mapa, *1945, Bogotá - NB 18* (Medem, 1965, p. 343).

Género *Lepidodactylus* Fitzinger, 1843.
Especie:

1. *L. lugubris* (Duméril & Bibron), 1836. *Terra typica:* O'Taití, Polinesia, Océano Pacífico Occidental. Encontrado alrededor de Buenaventura (Valle), 1965, Kraig K. Adler (septiembre 3, 1967, in litt.). Evidentemente ha llegado en barcos desde las islas polinesias y se ha establecido en Colombia. Constituye un caso típico de la *migración pasiva.*

Género *Phyllodactylus* Gray, 1830.
Especies:

1. *P. pulcher* Gray, 1830. Al E. de Santa Marta; Guajira.

2. *P. ventralis* O'Shaughnessy, 1875. En las zonas semiáridas y áridas de la costa del Caribe, Santa Marta, Bonda (Magd.).

Género *Sphaerodactylus* Wagler, 1830.
Especies:

1. *S. argus andresensis* Dunn & Saxe, 1950. *Terra typica:* San Andrés, isla.

2. *S. lineolatus* Lichtenstein & von Martens, 1856. Acandí (Chocó), golfo de Urabá; Tolú; Cartagena, Barrio Bocagrande.

3. *S. molei* Boettger, 1894. Nordeste del litoral del Caribe (Dunn, 1944 j, p. 87).

4. *S. scapularis* Boulenger, 1902. Costa del Pacífico; Isla Gorgona.

Género *Thecadactylus* Oken, 1817. Monotípico.
Especie:

1. *T. rapicaudus* (Houttuyn), 1782. En las costas del Atlántico y Pacífico; Isla Gorgona, norte, represa; valles del Magdalena y Sinú; Cúcuta; Catatumbo.
No observado en los Llanos Orientales y en el Vaupés. De hábitos nocturnos; comprende la es-

pecie de tamaño mayor en el país, crece normalmente unos 150 milímetros de largo total, pero alcanza una longitud de unos 250 milímetros, en contraste con los géneros *Lepidoblepharis* y *Sphaerodactylus* que solamente crecen a unos 30 y 32 milímetros respectivamente.

T. rapicaudus es muy útil en las casas por razón de que se alimenta de insectos nocivos grandes, *v. gr.*, cucarachas, grillos y aun alacranes; comen también arañas, cucarrones, pequeños caracoles *(Mollusca)*, y, posiblemente, otros "Gecos", ya que hemos observado repetidas veces que persiguieron jóvenes de *Hemidactylus brooki haitianus*.

Actualmente está invadiendo paulatinamente las regiones a lo largo de las costas de Venezuela, las Guayanas y Brasil, y las hoyas del Orinoco y Amazonas; debido a su gran tamaño es un competidor eficiente y desplaza gradualmente varias especies nativas que ocupan el mismo habitat. (Roze, 1964, Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle, *Vol. 24*, Nº 69, pp. 232-233, Caracas).

Familia **Iguanidae.**

Lagartos que comprenden la mayoría de las especies representativas suramericanas. Lengua carnosa, no protráctil; ovíparos. El género *Amblyrhynchus*, confinado a las Islas de los Galápagos (Ecuador), es marino.

Género *Anolis* Daudin, 1802.

Lagartos arborícolas y terrestres; existe un dimorfismo sexual muy pronunciado: el saco gular de los machos es más desarrollado que el de las hembras, y, cuando lo inflan, tiene colores vivos (rojo, morado, azul, verde y blanco), según la especie. La costa del Pacífico y el Chocó constituyen una de las áreas principales para la evolución y dispersión del género *Anolis*.

Especies:

1. *A. antonii* Boulenger, 1908. *Terra typica:* Hacienda San Antonio (Valle), 1850 - 2200 metros alt., al occidente de Cali y a 17 kms. sobre la vertiente oriental de la Cordillera Occidental.

Mariquita (Tolima); Valle del Magdalena (ICN Nº 772).

2. *A. apollinaris* Boulenger, 1919. *Terra typica:* alrededor de Bogotá. *Terra typica emendata* (Dunn, 1944 a, p. 25): Paime (Cund.), 1038 m. alt.

3. *A. auratus* Daudin, 1802. Sinónimos: *Norops auratus* (Wagler), 1830, fide Williams (1964, in litt.); *Anolis rosenbergi* Boulenger, 1896, Buenaventura. Es la especie más abundante al norte de la Cordillera Oriental; se desconocen los límites de su distribución hacia el sur-occidente; probablemente no existe en la región selvática.

4. *A. biporcatus biporcatus* (Wiegmann), 1834. Sinónimo: *Anolis solifer* Ruthven, 1916, La Concepción, Sierra Nevada de Santa Marta (Magd.), Sincelejo.

5. *A. biporcatus parvauritus* Williams, 1966. *Holotypus:* MCZ, Nº 78935. *Terra typica:* Isla Gorgona, norte, plantación de plátano y monte, febrero 1, 1961, F. Medem y Luis Salazar García; macho. Ríos Rosario y Mataje (Nariño), costa del Pacífico, marzo 1962, Gerardo Reichel-Dolmatoff.

6. *A. breviceps* Boulenger, 1913. *Terra typica:* Peña Lisa, Condoto (Chocó), 70 - 100 m. alt.

Nota: Peters (1959, p. 119) considera *A. breviceps* como sinónimo de *Anolis granuliceps* Boulenger, 1898, Parambá, Ecuador.

7. *A. chloris* Boulenger, 1898. Río Dubasa, afluente del Baudó (Chocó); Primavera (Chocó), Alto San Juan; río Calima (Valle), afluente del San Juan; Isla Gorgona; río Uré (Córdoba), afluente del Alto San Jorge, hoya del Magdalena.

8. *A. concolor* Cope, 1862. Sinónimo: *Anolis pinchoti* Cochran, 1931. *Terra typica:* Providencia, isla.

Nota: Dunn & Saxe (1950, p. 152), comprobaron que existe una diferencia constante acerca de la longitud cabeza-cuerpo entre las populaciones de San Andrés, isla (75 mm.) y de Providencia y Santa Catalina, islas (50 mm.). A pesar de que no se debe aplicar la longitud como carácter sistemático solo, sino en combinación con otros caracteres constantes, con cierto escepticismo, quizás, se pudiera considerar estas dos poblaciones tentativamente como subespecies válidas y denominarlas en la siguiente forma: *Anolis concolor concolor* Cope, 1862. Nicaragua, San Andrés, isla. *Anolis concolor pinchoti* Cochran, 1931. Islas Providencia y Santa Catalina.

9. *A. eulaemus* Boulenger, 1908. *Terra typica:* Pavas (Valle), 1600 m. alt. aproximadamente, al NE de La Cumbre, Cordillera Occidental.

10. *A. fasciatus* Boulenger, 1885. Bajo Calima (Valle), campamento "Cartón de Colombia".

11. *A. fraseri* Günther, 1859. Costa del Pacífico, sin localidad exacta; Buenaventura; Jamundí (Cauca); El Tambo (Cauca).

12. *A. frenatus* Cope, 1899. *Terra typica*: Bogotá (sic). Pueblorrico (Caldas), 1516 m. alt.; El Centro (Sant.), 150 m. alt.; San Gil (Sant.), 1095 m. alt.; Muzo (Boyacá), 824 m. alt.

13. *A. fusco - auratus* D'Orbigny, 1837. Caño Guapayita (Meta), La Macarena, norte, 400 m. alt., enero 1951, F. Medem; Finca "El Refugio" (actualmente el pueblo "La Macarena"), Alto Guayabero, 300 m. alt., frente a La Macarena.

14. *A. gorgonae* Barbour, 1905. *Terra typica:* Isla Gorgona.

15. *A. granuliceps* Boulenger, 1898. Costa del Pacífico.

16. *A. incompertus* Barbour, 1932. *Terra typica:* Villavicencio, territorio de San Martín (Meta), enero 1931, Nicéforo M.

17. *A. jacare* Boulenger, 1903. *Terra typica:* Mérida (Venezuela). Un solo ejemplar procedente de Tapatá (N. de Sant.), USNM, Nº 72745, fide Burt & Burt (1930, p. 8).

18. *A. latifrons* Berthold, 1846. *Terra typica:* Provincia de Popayán, Nueva Granada. Ciénaga de Quesada, Bajo Atrato, fide Burt & Burt, (1931, p. 259). Isla Gorgona; Buenaventura; Bajo Calima; Turbo (Ant.), golfo de Urabá.

19. *A. lemniscatus* Boulenger, 1898. Isla Gorgona.

20. *A. lemurinus* Cope, 1861. Sinónimo: *A. vittigerus* Cope, 1862, río Truandó, afluente del Bajo Atrato. Bajo Calima.

21. *A. leptocelis* Boulenger, 1885. Campamento "Soratama" (Vaupés), Alto Apaporis, marzo 1952, F. Medem.

22. *A. lionotus* Cope, 1861. Boca de Raspadura (Chocó), entre el río Quito y Alto San Juan.

23. *A. macrolepis* Boulenger, 1911. *Terra typica:* Nóvita, río Tamaná, afluente del Alto San Juan (Chocó), 70 m. alt.

24. *A. maculiventris* Boulenger, 1898. Primavera (Chocó), Alto San Juan; desembocadura del río Dubasa (Chocó), afluente del Baudó.

25. *A. mariarum* Barbour, 1932. *Terra typica:* Sampedro (Ant.), a 45 kms. al N. de Medellín.

26. *A. mirus* Williams, 1963. *Terra typica:* Río San Juan (Chocó), sin localidad exacta, 1910, M. G. Palmer.

27. *A. notopholis* Boulenger, 1896. *Terra typica:* Buenaventura (Valle). Río Dubasa (Chocó).

28. *A. palmeri* Boulenger, 1908. *Terra typica:* Los Mangos (Valle), entre Buenaventura y El Pilón, a 12 kms. en la carretera hacia Cali.

29. *A. pentaprion* Cope, 1862. *Terra typica:* Río Truandó, afluente del Bajo Atrato.

30. *A. poecilopus* Cope, 1862. *Terra typica:* Colombia, sin localidad exacta.

31. *A. princeps* Boulenger, 1902. *Terra typica:* Colombia, sin localidad exacta. El Centro (Sant.), valle del Magdalena.

32. *A. purpurescens* Cope, 1899. *Terra typica:* Río Truandó; únicamente conocido de la localidad típica.

33. *A. scypheus* Cope, 1864. Villavicencio (Meta), 498 m. alt.; Puerto López, Alto Meta; "El Refugio" (= La Macarena), Alto Guayabero.

34. *A. solitarius* Ruthven, 1916. *Terra typica:* San Lorenzo (Magd.), Sierra Nevada de Santa Marta.

35. *A. sulcifrons* Cope, 1899. *Terra typica:* Bogotá (sic). Andagoya (Chocó), Alto San Juan; Mariquita (Tolima), fide Dunn, 1944 a, p. 91.

36. *A. tolimensis* Werner, 1916. *Terra typica:* Cañón del Tolima, arriba de Ibagué, 1700 m. alt.

37. *A. tropidogaster* (Hallowell), 1856. *Terra typica:* Colombia, sin localidad exacta. Sinónimos: *Anolis albi* Barbour, 1932, Andagoya; *A. incompertus nicefori* Barbour, 1932, Humbo (= Muzo); *A. radulinus* Cope, 1862, río Truandó; *A. stigmosus* Bocourt, 1869, río Magdalena (fide Williams, 1964, in. litt.).

38. *A. ventrimaculatus* Boulenger, 1911. *Terra typica:* Río San Juan (Chocó). Boca de Raspadura (Chocó), "Río Quesada" (= Ciénaga de Quesada), fide Burt & Burt (1931, p. 263).

Nota: Ernest E. Williams está preparando una revisión total del género *Anolis*.

Género *Basiliscus* Laurenti, 1768.

Especies:

1. *B. basiliscus basiliscus* (L.), 1758. "Saltarroyo, Guataco". Hoyas del Magdalena y Sinú; hasta el Alto Uré (Córdoba), afluente del San Jorge, y río Manso (Córdoba), afluente del Alto Sinú. Pto. Berrío; Tocaima (Cund.); Honda; Melgar (Tolima); Valle del Atrato; Boca de Raspadura; Alto San Juan.

Nota: En las áreas de los ríos Uré y Manso, es simpátrico con *B. galeritus;* constituye, sin embargo, la especie dominante, debido a su abundancia mayor; en el Alto San Juan y Boca de Raspadura, ambas especies son, igualmente, coexistentes, pero, al parecer, *B. galeritus* es más abundante.

2. *B. basiliscus barbouri* Ruthven, 1914. *Terra typica:* Río Gaira (Magd.). Minca, San Lorenzo, 600 m. alt.; Río Hacha (Guajira); Ciénaga Grande (Magd.); Tibú y Caño Seis, Catatumbo (N. de Sant.).

3. *B. galeritus* Duméril, 1851. *Terra typica:* Nueva Granada. Sinónimo: *B. galeritus seemanni* (Gray), 1852. *Terra typica:* Isla Coiba, Panamá. *Terra typica emendata* (Medem, 1965, p. 315): Quibdó (Chocó), Alto Atrato, Colombia.

"Cucurucho, Guachoró, Sandoró". Chocó, ríos Baudó y San Juan; costa del Pacífico hasta la región de Tumaco y río Curay (Nariño); Isla Gorgona; Valle del Magdalena (Melgar; El Centro; Muzo); Lebrija (Sant.), 1140 m. alt.; La Girona (Sant.), al E de Lebrija.

Género *Corythophanes* Boie, 1826. Monotípico.
Especie:

1. *C. cristatus* (Merrem), 1820. Especie arborícola y muy escasa. Manta (Cund.), 33 kms. arriba de Puerto Salgar, río Magdalena, abril 15, 1960, Horst Schimmer y Ernesto Osorno Mesa (ICN Nº 1044); Muzo, Andagoya.

Género *Ctenosaura* Wiegmann, 1828.
Especie:

1. *C. similis* (Gray), 1831. Sinónimo: *C. similis multipunctata* Barbour & Shreve, 1934, Isla Providencia.
Islas San Andrés, Providencia y Santa Catalina; constituye un elemento faunístico de la América Central.

Género *Enyalioides* Boulenger, 1885.
Especies:

1. *E. heterolepis* (Bocourt), 1874. Sinónimo: *E. insulae* Barbour, 1905. Costa del Pacífico; Alto San Juan; especialmente abunda en el norte de la Isla Gorgona. Su habitat consiste en la zona montañosa de 30 a 90 metros de altura; se encuentra hasta unos 150 metros pero escasamente; igualmente poco abundante en la parte sur-occidental de la Isla Gorgona, frente a la Gorgonilla, donde el monte es notablemente más húmedo; principalmente terrestre y nunca ha sido observado en los arbustos o árboles de más de un metro de altura; viven en huecos de árboles podridos en el suelo o excavan huecos profundos en la tierra, preferiblemente cerca de las raíces de los árboles gruesos; se alimentan de insectos.

2. *E. laticeps laticeps* (Guichenot), 1855. Pto. Nariño (Am.); La Pedrera (Am.); Amanavén (Guainía), desembocadura del río Guaviare, agosto 1951, Leopold Richter (ICN, Nº 839).

3. *E. laticeps festae* Peracca, 1897. Río Guamués, afluente del Alto Putumayo, frente a Puerto Asís; Villavicencio.

Género *Iguana* Laurenti, 1768.
Especie:

1. *I. iguana iguana* (L.), 1758. "Iguana". Común en las zonas tropicales del país, especialmente en el valle del Magdalena.

Género *Leiocephalus* Gray, 1827.
Especies:

1. *L. erythrogaster* (Hallowell), 1856. *Terra typica:* Nueva Granada. Especie rara y, evidentemente, confinada a la Sierra Nevada de Santa Marta. Río Toribio (Magd.), hacienda "Papare", carretera entre Ciénaga y Santa Marta, julio 21, 1964, F. Medem, en el monte húmedo cerca del río, en el suelo dentro de la hojarasca seca de guaduas; hembra. Debido a su color muy parecido a las hojas secas, estuvo virtualmente invisible, sobre todo, como no trató de escapar sino se quedó inmóvil. Otras localidades: Bolívar, hacienda al occidente de Santa Marta hacia Minca; Tucurinca; Valencia, situadas dentro del mismo habitat (Ruthven, 1922).

2. *L. ornatus trachycephalus* (Duméril), 1851. *Terra typica:* Santa Fe de Bogotá, Nueva Granada. El "Collarejo" es común en la Sabana de Bogotá; Gutiérrez (Cund.); Facatativá; Muzo.

Género *Mariguana* Dunn, 1939 Monotípico.
Especie:

1. *M. agassizii* (Stejneger), 1900. Confinada a la Isla Malpelo, Pacífico.

Género *Phenacosaurus* Barbour, 1920.
Especies:

1. *P. heterodermus* (Duméril), 1851. *Terra typica:* Nueva Granada. Sabana de Bogotá. Parecido a los *Anolis;* arborícola, se encuentra encima de arbustos y rastrojo, pero también en el suelo. Páramos de Chipaque y Cruz Verde; Soatá (Boyacá); región del Lago de Tota (Boyacá).

2. *P. nicefori* Dunn, 1944. *Terra typica:* Pamplona (N. de Sant.), 2340 m. alt., Nicéforo M. Conocido solamente de la localidad típica, lo que no quiere decir que no tenga una distribución más amplia.

3. *P. richteri* Dunn, 1944. *Terra typica:* Tabio (Cund.), Sabana de Bogotá, Leopold Richter. Simpátrico con *heterodermus* en la Sabana de Bogotá; Fusagasugá (Cund.); El Delirio (Ant.), 3100 m. alt.; arriba de Medellín; Laguneta, Sonsón, San Pedro (Ant.).

Nota: Williams (1962, comunicación personal) pone en duda la validez de *P. richteri* debido a ciertas características específicas no constantes.

Género *Plica* Gray, 1831.
Especie:

1. *P. plica* (L.), 1758. Río Apaporis (Vaupés), raudal de Jirijírimo, raudal "El Engaño"; Alto Inírida, Cerro de Las Pinturas o Lindosa; río Guayabero (Meta), Angostura Nº 1, Angostura Nº 2 (Cerro de las Pinturas); mesetas áridas de La Macarena, sur, Alto Guayabero; Puerto Carreño (Vichada), su habitat consiste en las vertientes de las mesetas áridas de la formación Roraima (Guiana Shield) del Cretáceo y en el monte seco alrededor de ellas. Ponen dos huevos grandes y alargados en enero y febrero; se alimentan de insectos.

Género *Polychrus* Cuvier, 1817.
Especies:

1. *P. gutturosus* Berthold, 1946. *Terra typica:* Provincia de Popayán, Nueva Granada. Valle del Magdalena.

2. *P. spurrelli* Boulenger, 1914. *Terra typica:* Peña Lisa (Chocó), río Condoto. Costa del Pacífico; valle del Atrato.

Nota: Parker (1935, p. 516) considera *spurelli* como subespecie de *gutturosus; Peters* (1959, p. 120), igualmente, adapta este punto de vista, y escribe *P. gutturosus spurrelli.*

3. *P. marmoratus marmoratus* (L.), 1758. "Camaleón". Llanos Orientales del Meta; hoya del Amazonas; según Dunn (1944 j, p. 93), también en el litoral del Caribe; no confirmado hasta la fecha.

Género *Tropidodactylus* Boulenger, 1885. Monotípico.
Especie:

1. *T. önça* (O'Shaughnessy), 1875. "Jacóiva" en el idioma Guajiro; Península de la Guajira.

Género *Tropidurus* Wied, 1824.
Especie:

1. *T. torquatus hispidus* (Spix), 1825. "Tuteque". No era conocido de Colombia, sino de Venezuela (Isla Margarita, etc.), según Roze (1964, p. 235). Durante la expedición de la Sección de Biología Tropical al Orinoco, de diciembre 1-9, 1967, se coleccionaron unos 32 ejemplares de ambos sexos en la región de Puerto Carreño (Vichada). Su habitat consiste en el área rocosa donde es abundante; también se observaron ejemplares adultos pero principalmente juveniles encima del rastrojo. Los machos crecen hasta unos 300 milímetros; ocupan un territorio definido que vigilan desde un punto elevado y defienden contra los invasores de la misma especie y otras. Es simpátrico con el "Cangasapo", *Plica plica,* pero el nicho ecológico de ambos es algo distinto; mientras *Tropidurus* se encuentra principalmente encima de las rocas mismas, *Plica plica,* que es menos abundante, ha sido coleccionado encima de arbustos y árboles de la misma región; a pesar de esto existe posiblemente una competencia inter-específica. También en Pto. Inírida (Guainía).

Género *Uranoscodon* Kaup, 1826. Monotípico.
Especie:

1. *U. superciliosum* (L.), 1758. Gino - Gojé (Am.), campamento cauchero a dos horas arriba de la desembocadura del río Pirá - Paraná, afluente del Bajo Apaporis; construído en 1952 y luego abandonado; agosto 7, 1957, el sitio era cubierto por arbustos y escasamente discernible como lugar antes habitado; constituye la localidad típica para varias especies de plantas, coleccionadas en 1952 por Richard Evans Schultes, Hernando García Barriga e Isidoro Cabrera (ICN, Nº 828, abril 10, 1952, I. Cabrera), Amanavén (Guainía), agosto 1951, L. Richter (ICN, Nº 839). Caño "Veinte" (= Caño Guapayita), La Macarena, norte, 400 m. alt., febrero 23, 1962, Hugo Arévalo, en un bejuco unos tres metros de altura, subiendo; (ICN Nº 677).

Género *Urocentron* Kaup, 1827. Sinónimos: *Uracentron* Kaup, 1827. *Urocentrum* Wiegmann, 1835. *Urocentron* Fitzinger, 1843.
Especies:

1. *U. castor* Cope, 1870. Caucayá (= Puerto Leguízamo), río Putumayo, noviembre 1948, Roberto Jaramillo (ICN Nº 606). Río Guamués, Santa Rosa de los Kofanes (Putumayo), Hervé Le Nestour.

2. *U. werneri* Mertens, 1925. Amanavén (Guainía), agosto 1951, L. Richter; (ICN Nº 604). Cerro Yapobodá (Vaupés), región del Alto Cuduyarí, afluente del Vaupés, octubre 5, 1951, I. Cabrera; (ICN Nº 603). Sabana del Cubiyú (Vaupés), 300-400 m. alt., caño Cubiyú, afluente del Vaupés, 5 horas arriba de Mitú, junio 29, 1958. Pablo Bernal; (ICN Nº 605). Finca "El Refugio" (= La Macarena), Alto Guayabero, frente a la Sierra de La Macarena (Valdivieso & Tamsitt, 1963 a).

Ambas especies son escasas; poseen una cola corta, plana y cubierta de numerosas pequeñas espinas, posiblemente una adaptación a la vida arborícola; el habitat de *U. castor* consiste en la selva tropical; en cambio, *U. werneri* se ha encontrado en el monte alrededor de las mesetas áridas de la formación Roraima, trepando encima de arbustos y en la corteza de árboles; el ejemplar registrado por Valdivieso & Tamsitt es, indudablemente, procedente de la vertiente sur de La Macarena, según el habitat, donde también se encuentra *Plica plica* como ya mencionado. Posiblemente no existe una competencia entre ambas especies por razón de que *U. werneri* es arborícola, mientras el nicho ecológico de *P. plica* consiste en un terreno rocoso.

Familia Scincidae.

Comprende lagartos de cuerpo cilíndrico y de cola puntiaguda; cabeza cónica y corta; con cuatro, dos y aun sin extremidades; el escamado formado por escamas superpuestas, pequeñas y lisas que suelen tener un aspecto brillante; de tamaño hasta unos 250 milímetros; terrestres y subterráneos; se desconoce datos sobre su reproducción.

Género *Mabuya* Fitzinger, 1826.
Especies:

1. *M. mabouya mabouya* (Lacepéde), 1788. "Lisa". Común en todas las zonas tropicales del país; vive generalmente en pares.

2. *M. mabouya pergravis* Barbour, 1921. *Terra typica:* Providencia, isla. Conocida solamente de la localidad típica.

Familia **Teiidae.**

Lagartos característicos del Nuevo Mundo, muy parecidos a los *Lacertidae* de Eurasia y Africa. Se distinguen por las siguientes características anatómicas de estos últimos: carecen de dientes con bases huecas, mientras los Lacértidos los tienen. Las escamas córneas de la piel que cubren la cabeza, están separadas de los huesos del cráneo, mientras en los Lacértidos están unidas (Schmidt & Inger, 1959). Usualmente de cuerpo alargado con cuatro extremidades; en las formas subterráneas reducidas o ausentes; lengua bífida y retráctil; ovíparos; terrestres, subterráneos y semiacuáticos. Se alimentan principalmente de insectos, ranas, otros lagartos, pequeñas aves y roedores, pero también de frutas y hojas; un género, *Dracaena,* es semiacuático y especializado de alimentarse de moluscos de agua dulce y posee dientes grandes y planos, adaptados para aplastar las conchas duras de los caracoles.

Género *Ameiva* Meyer, 1795.
Especies:

1. *A. ameiva ameiva* (L.), 1758. "Lobito, Mato". Hoyas del Orinoco y Amazonas.

2. *A. ameiva fuliginosa* (Cope), 1892. Sinónimo: *A. planchora* Barbour, 1921, Isla Providencia.

3. *A. ameiva praesignis* (Baird & Girard), 1852. Bajo Atrato; Acandí (Chocó); río Sinú; Alto Uré (Córdoba); Honda; Medellín; La Girona (Sant.); Caño Seis, 15-20 kms. al N. de Tibú, Catatumbo (N. de Sant.); Navarro (Valle), 10 kms. SE. de Cali, 980 m. alt. (Kraig Adler, septiembre 3, 1967, in litt.).

4. *A. bifrontata bifrontata* Cope, 1862. Costa del Caribe, especialmente entre Ciénaga, Santa Marta y Riohacha. Los machos crecen hasta 921 mm.; en la región de Santa Marta se encuentran híbridos entre *A. bifrontata bifrontata* y *A. bifrontata divisa.*

5. *A. bifrontata divisa* (Fischer), 1879. *Terra typica:* Barranquilla, Nueva Granada. Hoya del Magdalena; se desconocen los límites de su distribución geográfica. En la región del Canal del Dique, Ciénaga de Amajahuevo (Bol.), Estación de Piscicultura de la C.V.M., frente a San Cristóbal, es simpátrico con *A. ameiva praesignis.*

6. *A. bridgesii* Cope, 1868. Islas Gorgona y Gorgonilla (Cauca); Tumaco (Nariño); río Curay (Nariño), al N. de Tumaco; río Raposo (Valle), al S. de Buenaventura. Esta especie ha sido confundida frecuentemente con *A. septemlineata.*

7. *A. festiva festiva* Lichtenstein & von Martens, 1856. Hoyas del Orinoco y Amazonas. Es simpátrico con *A. ameiva ameiva,* pero su nicho ecológico es distinto: prefiere los lugares no expuestos al sol dentro de la selva tropical, *v. gr.,* la vecindad de los caños, rastrojo tupido y árboles caídos. En el sur de La Macarena, 1959, se observó *A. festiva festiva* únicamente en el monte, en cambio, *A. ameiva ameiva* cazaba su presa en la orilla del río Guayabero, igual a *Cnemidophorus lemniscatus.*

8. *A. festiva niceforoi* Dunn, 1943. *Terra typica:* Sasaima (Cund.), 1200 m. alt., 75 noroeste de Bogotá. Se desconocen los límites de su distribución.

9. *A. festiva occidentalis* Taylor, 1956. Los ejemplares coleccionados en el Alto Uré, afluente del San Jorge, 1963, poseen las características de *occidentalis* (Medem, 1965, p. 337), originalmente descrita de Costa Rica.

10. *A. petersi* Cope, 1868. Leticia y Puerto Nariño (Am.).

11. *A. septemlineata* Duméril, 1851. Andagoya, río San Juan, donde es simpátrico con *A. festiva (¿occidentalis?),* según Dunn (1944 j, p. 101). Boca de Raspadura y río Puné, afluente del Atrato, fide Burt & Burt (1931, p. 311). Se desconocen los límites de su distribución; posiblemente es simpátrico con *A. bridgesii* en la costa del Pacífico; ambas especies se encuentran en la costa del Pacífico ecuatoriano (Peters, 1964. Bull. Southern Cal. Acad. Sci., *Vol. 63,* part. 3). Respecto a la taxonomía y nomenclatura, el género *Ameiva* está en un estado de alta confusión y necesita urgentemente una revisión total.

Género *Anadia* Gray, 1845.
Lagartos pequeños, pronunciadamente alargados en algunas formas, y con extremidades reducidas; principalmente subterráneos; ovíparos.
Especies:

1. *A. angusticeps* Parker, 1926. *Terra typica:* Isla Gorgona.

Nota: Un ejemplar (ICN Nº 649), isla Gorgona, norte, colonia penal, febrero 14, 1961, F. Medem. Capturado a las 11.00 a.m., en el suelo; color dorsalmente carmelita claro, ventralmente blanco; trepa con gran agilidad encima de ramas delgadas y pasto alto en búsqueda de pequeños grillos *(Orthoptera),* de los cuales se alimentó en

cautividad; diurno y, evidentemente, no subterráneo; vivía en cautividad hasta marzo 11, 1961, y murió en Bogotá.

2. *A. bogotensis* (Peters), 1862. *Terra typica:* Santa Fe de Bogotá. Bastante frecuente en los cerros arriba de Bogotá; Gutiérrez; Muzo; Lago de Tota.

3. *A. ocellata* Gray, 1845. Unicamente conocido de Jericó (Ant.), 1760 m. alt., fide Burt & Burt, (1932, p. 213).

4. *A. pamplonensis* Dunn, 1944. *Terra typica:* Pamplona (N. de Sant.).

5. *A. pulchella Ruthven,* 1926. *Terra typica:* La Cumbre, hacienda "Vista Nieve", 2100 m. alt., Sierra Nevada de Santa Marta, octubre 1925, M. A. Carriker, Jr., en una *Bromeliácea.*

6. *A. vittata* Boulenger, 1913. *Terra typica:* Peña Lisa, Condoto. Región entre Buenaventura y el Bajo Calima, campamento "Cartón de Colombia", mayo 5, 1960, Isidoro Cabrera (ICN Nos. 663, 664).

Género *Argalia* Gray, 1846. Monotípico.
Especie:

1. *A. marmorata* Gray, 1846. *Terra typica:* "Columbia" (sic), sin localidad exacta. Se desconocen la distribución y el habitat, que yo sepa.

Género *Arthrosaura* Boulenger, 1885.
Especie:

1. *A. reticulata* (O'Shaughnessy), 1881. Puerto Asís (Putumayo), finca "La Cocha", octubre 21, 1958, F. Medem, en la selva húmeda debajo de un árbol caído (ICN Nº 618). Río Cananarí, afluente del Apaporis, arriba del raudal de Jirijírimo (Vaupés), enero 1952, I. Cabrera (ICN Nº 619). Alto Apaporis, agosto 1951, I. Cabrera (ICN Nº 646).

Género *Bachia* Gray, 1845.
Lagartos pequeños de cuerpo vermiforme; extremidades muy reducidas; subterráneos; considerados como venenosos en varias regiones del país, son, naturalmente, inofensivos; se desconocen datos sobre su reproducción.
Especies:

1. *B. bicolor* (Cope), 1896. *Terra typica:* Bogotá (sic). Alrededor de Mariquita, 535 m. alt., agosto 5, 1961, Horst Schimmer y Hermann Duplat, debajo de piedras (ICN Nº 1043). Bonda (Magd.); Cartagena, Barrio Manga y Jardín Zoológico; Canal del Dique (Bol.), alrededor de la Estación de Piscicultura de la C. V. M., frente a San Cristóbal, 1965, 1966, F. Medem, Carlos A. Velásquez, Luis A. Cepeda. Lagos del Cacique, 1018 m. alt., 4 kms al S. de Bucaramanga.

2. *B. parkeri* Ruthven, 1925. *Terra typica:* Río Chenapowu, curso alto del río Potare, Guayana Británica. Un solo ejemplar del río Tiquié, afluente del Vaupés, Colombia.

3. *B. talpa* Ruthven, 1925. *Terra typica:* Valledupar (Cesar), agosto 4, 1920, A. G. Ruthven. Valencia (Magd.); Fonseca (Guajira), río Ranchería.

Género *Cnemidophorus* Wagler, 1830.
Especie:

1. *C. lemniscatus lemniscatus* (L.), 1758. "Lagartija, Lobito". Muy común en las zonas cálidas de todo el país, especialmente en la costa del Caribe, las Islas del Rosario y en el valle del Magdalena; en general, es simpátrico con varias especies del género *Ameiva,* pero su nicho ecológico es algo diferente: prefiere más bien los lugares expuestos al sol, *v. gr.,* zonas áridas, las orillas de los ríos y, dentro de la selva tropical, se encuentra alrededor de los fundos de los colonos. Son terrestres, pero trepan con gran agilidad encima de los arbustos hasta unos tres metros de altura.

Existen marcadas diferencias acerca del color entre las poblaciones de *C. lemniscatus* procedentes de la costa del Caribe, la Guajira, del Catatumbo y de los Llanos Orientales; quizás se trata de poblaciones locales *(Demes)* bien distintas que tengan otras características constantes. Un ejemplar anidó en el criadero de la C.V.M. en Cartagena, noviembre 29, 1965; puso tres huevos en un hueco excavado de unos 15 cms. de profundidad. Las dimensiones y el peso son las siguientes:

1) 17.5 mm.: 12.0 mm.; peso: 1 g., 320 mg.

2) 17.0 mm.: 12.0 mm.; peso: 1 g., 350 mg.

3) 18.0 mm.: 12.0 mm.; peso: 1 g., 350 mg.

Género *Echinosaura* Boulenger, 1890.
Especies:

1. *E. horrida horrida Boulenger,* 1890. Isla Gorgona, norte, 40 m. alt., febrero 2, 1961. F. Medem (ICN Nos. 648, 656), en el monte, de día, debajo de tablas.

2. *E. horrida palmeri* Boulenger, 1911. *Terra typica:* Noanamá (Chocó), Alto San Juan. Bajo Calima, 40-45 m. alt., campamento "Cartón de Colombia", en el suelo debajo de un árbol, abril 30, 1960, I. Cabrera (ICN Nos. 725, 726). Dos ejemplares procedentes de la Isla Gorgona representan híbridos entre *E. horrida horrida* y *E. horrida palmeri* (Uzzell, 1965). *Echinosaura centralis* Dunn, 1944, de Muzo y Robledo (Ant.), es sinónimo con *E. horrida palmeri* (Uzzell, op. cit.).

Género *Gymnophthalmus,* Merrem, 1820.
Especie:

1. *G. speciosus* (Hallowell), 1860. Minca (Magdalena), 600-900 m. alt.; Sierra Nevada de Santa Marta, 1950, sin colector (ICN Nos. 624, 625). Caño Juí, Tierra Alta, Alto Sinú, 40 m. alt. aproximadamente, agosto 2, 1965, C. A. Velásquez. Agosto 12, 1965, puso un solo huevo blanco y de cáscara dura en el suelo sin enterrarlo.
Midió 5.5 mm.: 4.0 mm.

Género *Iphisa* Gray, 1851. Monotípico.
Especie:

1. *I. elegans* Gray, 1851. *Terra typica:* Pará, Bajo Amazonas (Brasil). Un solo ejemplar procedente de Puerto Boy (Caquetá), Alto Caquetá, *(no* Putumayo, como indicó Dunn, 1945 j, p. 105).

Género *Kentropyx* Spix, 1825.
Especies:

1. *K. calcaratus* Spix, 1825. Leticia (Am.); río Apaporis (Am.), 1952, Isidoro Cabrera; río Putumayo; Morelia (Caquetá), 1945, Kjell von Sneidern.

2. *K. striatus* (Daudin), 1802. Quenane (Meta), al E. de Villavicencio, carretera a Puerto López, 1947, E. R. Dunn. Finca "El Mico" (Meta), Sabana de San Juan de Arama, frente a La Macarena, noviembre 28, 1950, Robert C. Stebbins y John R. Hendrickson; tenía seis huevos blancos de cáscara blanda en ambos oviductos (Medem, 1965, p. 337).

Género *Leposoma* Spix, 1825.
Especies:

1. *L. parietale* (Cope), 1885. Río Cananarí (Vaupés), afluente del Alto Apaporis, enero 1952, I. Cabrera (ICN Nos. 620, 621). Villa María (Caquetá), 45 kms. al S. de Florencia, Alto Orteguaza, 1960, Nicéforo M.

2. *L. percarinatum* (L. Müller), 1923. Sinónimo: *Hylosaurus muelleri* Mertens, 1925, río Inírida. Gino-Gojé (Am.), Bajo Apaporis, marzo 8, 1952, I. Cabrera (ICN Nº 645).

3. *L. rugiceps* (Cope), 1868. *Terra typica:* Río Magdalena. *Holotypus:* ANSP Nº 9635, fide Ruibal, 1950, p. 489). Sinónimo: *Leposoma dispar* Peters, 1880, Cáceres (Ant.), río Cauca. El Paraíso (Atl.), región de Barranquilla, enero 31, 1946, sin colector (ICN Nº 614). Finca "Junquillo" (Córdoba), caño Betancí, afluente del Sinú, septiembre 20, 1956, F. Medem (ICN Nº 647). La Macarena, sur, Alto Guayabero (Meta), alrededor del campamento Nº 1; en el monte entre raíces de árboles gruesos, enero a marzo 1959, F. Medem, C. A. Velásquez (ICN Nos. 634-643). Río Frío, Las Pavas (Magd.), Sierra Nevada de Santa Marta, Fundación, Tucurinca, Valencia, hacienda "Bolívar", alrededor de Santa Marta (Ruibal, op. cit.), Caño Juí, Tierra Alta, Alto Sinú (Adler, septiembre 3, 1967, in litt.), El Centro (Sant.), 1943, E. R. Dunn.

Estos pequeños lagartos de color carmelita claro se encuentran esporádicamente en lugares húmedos tanto en el monte como cerca de la orilla de los ríos en pequeños grupos de dos a seis aproximadamente; forman, evidentemente, poblaciones aisladas en ciertos lugares y tienen, quizás, un nicho ecológico definido; dentro del mismo habitat, *v. gr.*, la selva tropical, no se encuentra a veces por semanas enteras ni un solo ejemplar a pesar de que no se nota diferencias respecto a los nichos ecológicos.

Género *Neusticurus* Duméril & Bibron, 1839.
Especie:

1. *N. ecpleopus* Cope, 1875. Cerro Isibucurí, Sibucurí o Sibocure, Bajo Cananarí, afluente del Apaporis, enero 24, 1952, F. Medem, Isidoro Cabrera (ICN Nos. 615, 623). Araracuara (Am.), río Caquetá, sin fecha, A. Pocaterra (ICN Nº 631).

Los representantes del género *Neusticurus* crecen hasta unos 70 milímetros aproximadamente; son principalmente diurnos y de hábitos semiacuáticos; se encuentran en la selva tropical cerca de caños y pozos; perseguidos, se retiran a las aguas, nadando con la cabeza erguida; se alimentan de cucarrones acuáticos *(Coleoptera),* renacuajos y pequeñas sardinas; anidan en árboles podridos cerca de las aguas. *Wake* y *Etheridge,* julio 12, 1961, encontraron dos nidos con cuatro y cinco huevos respectivamente con la cría naciendo y saliendo; posiblemente los nidos contenían huevos puestos por varias hembras por razón de que en 12 ejemplares disecados se encontraron únicamente dos huevos en cada hembra (Uzzell, 1966, p. 313).

Género *Pantodactylus* Duméril & Bibron, 1839.
Especie:

1. *P. copii* (Boulenger), 1885. *Terra typica:* Pallatanga y Canelos, Oriente (Ecuador). Dunn (1944 j, p. 104) registró un ejemplar procedente del Chocó sin localidad exacta; posiblemente debido a un error, ya que todas las especies de este género conocidas han sido coleccionadas en el área del Alto Amazonas y sus afluentes en el Ecuador y Perú.

Nota: *P. tyleri* Burt & Burt, 1931, representa una especie del género *Arthrosaura* (Ruibal, 1952, p. 512). El mismo autor usa el nombre genérico original *Alopoglossus* Boulenger, 1885 en vez de *Pantodactylus* (Ruibal, op. cit., p. 500).

Género *Prionodactylus* O'Shaughnessy, 1881.

Especies:

1. *P. argulus* (Peters), 1862. *Terra typica:* Santa Fe de Bogotá (sic). Fusagasugá, sin fecha, E. R. Dunn.

Nota: Tiene algunas características de *P. columbiensis* (Uzzell, julio 9, 1962, in litt.); (ICN Nº 628). Muzo (Boyacá), 800-900 m. alt.

2. *P. columbiensis* Werner, 1916. *Terra typica:* Cañón del Tolima, arriba de Ibagué, 1700 m. alt. Caño Guapaya (Meta), La Macarena, norte, 400 m. alt., enero 11, 1951, F. Medem, de día, entre raíces de un árbol; (ICN Nº 644). Tiene también características de *P. argulus* (Uzzell, cit.). Villavicencio; Garagoa (Boyacá), región de Miraflores, 1639 m. alt., vertiente oriental de la Cordillera Oriental hacia el Casanare; Muzo.

3. *P. oshaughnessy* Boulenger, 1885. Alto Apaporis (Vaupés), enero 29, 1952, I. Cabrera (ICN Nº 630). Río Güéjar (Meta), La Macarena, norte, entre el aeropuerto y el campamento "La Macarena" del Instituto "Roberto Franco", mayo 29, 1951, F. Medem (ICN Nº 617).

Nota: Tiene también características de *P. columbiensis* (Uzzell, cit.).

4. *P. palmeri* Boulenger, 1908. *Terra typica:* Hacienda San Antonio (Valle).

5. *P. stenolepis* (Boulenger), 1908. *Terra typica:* San Antonio (Valle).

Nota: P. stenolepis y *P. palmeri* son, posiblemente, sinónimos.

6. *P. vertebralis* (O'Shaughnessy), 1879. Arracachal (Cund.), planta eléctrica del Salto del Tequendama, sin fecha, E. R. Dunn, (ICN Nos. 626, 627). Quindío; Jericó, Sonsón, Sampedro (Ant.). Pasto (Nariño); 2594 m. alt. (Valdivieso & Tamsitt, 1963 a).

Nota: Varios autores, *v. gr.*, Boulenger, separan los nombres genéricos *Euspondylus* Tschudi, 1845, y *Prionodactylus*, no obstante que otros los consideran como sinónimos. Debido a la falta de ejemplares en cantidades suficientes, la clasificación exacta de varios géneros de la familia *Teiidae* es muy difícil por razón de que son de tamaño menor (hasta unos 80 milímetros) y muy parecidos entre ellos.

Género *Proctoporus* Tschudi, 1845.

Especies:

1. *P. laevis* (Boulenger), 1908. *Terra typica:* San Antonio (Valle), hacienda a 17 kms. sobre la vertiente oriental de la Cordillera Occidental, 1850-2200 m. alt., al occidente de Cali. Cordilleras Central y Occidental (Dunn, 1944 j, p. 103).

2. *P. striatus* (Peters), 1962. *Terra typica:* Montañas altas en la vecindad de Bogotá. Pequeño lagarto de cuerpo muy alargado; extremidades muy reducidas; no es principalmente subterráneo. Relativamente común en la vertiente de la Cordillera Oriental, arriba de Bogotá. Se encuentra debajo de piedras; ponen un solo huevo; tres ejemplares pusieron en marzo 1960; los huevos midieron de 13.9 mm.; 14.0 mm.; y 14.1 mm. respectivamente (Valdivieso & Tamsitt, 1963).

También conocido de Muzo.

Género *Ptychoglossus* Boulenger, 1890. Sinónimo: *Gonioptychus* Werner, 1916.

Especies:

1. *P. bicolor* (Werner), 1916. *Terra typica:* Cañón de Tolima. Moscopán (Cauca), 1945, K. v. Sneidern (ANSP Nº 25512).

2. *P. festae* (Peracca), 1896. Medellín; Angelópolis (Ant.), fide Dunn (1944 g, p. 68).

3. *P. nicefori* (Loveridge), 1929. *Terra typica:* Río Garagoa, cerca de Macanal (Boyacá), Cordillera Oriental, región de Miraflores, 1928, Nicéforo M.

Depresión de Guaicáramo (Boyacá), entre El Engaño, al N de Medina y Barranca de Upía, al E del Meta; Buenavista (Meta), 1000-1230 m. alt., arriba de Villavicencio, 1943, E. R. Dunn (ICN Nº 633).

4. *P. picticeps* (Cope), 1885. Gino - Cojé, río Apaporis, 1952, I. Cabrera (MCZ Nº 53254).

Género *Scolecosaurus* Boulenger, 1885.

Especie:

1. *S. pallidiceps* (Cope), 1862. *Terra typica:* Río Truandó (Chocó); río Quesada (= Ciénaga de Quesada), Bajo Atrato, R.D.O. Johnson (AMNH Nº 18230).

Género *Tretioscincus* Cope, 1862. Monotípico.

Especie:

1. *T. bifasciatus* (Duméril), 1851. *Terra typica:* Valle del Magdalena, Nueva Granada.

La Mesa (Cund.), finca "La Milagrosa", febrero 1949, sin colector (ICN Nº 616). Muzo (ICN Nº 629), sin fecha y colector. Bonda (Magd.), al E de Santa Marta, 1964, F. Medem y C. A. Velásquez. Victoria (Caldas), 850 m. alt., aproximadamente, octubre 9, 1963, P. Ivo Schaible y Richard Schahl (comunicación personal); Honda; río Don Diego (Magd.); Valledupar; Fonseca, Arroyo de Arenas (Guajira); Medellín.

Estos pequeños lagartos se distinguen fácilmente por su coloración; las dos líneas dorso-laterales son verduscas - azulosas y la cola tiene un color azul intenso en muchos ejemplares; posiblemente

se trata de un dimorfismo sexual. Se encuentran tanto en el monte húmedo como en regiones expuestas al sol, *v. gr.*, en potreros y vertientes de cerros.

Género *Tupinambis* Daudin, 1802.

Especies:

1. *T. nigropunctatus* Spix, 1825. "Lobo pollero, Caripiari, Mato". Desde la costa del Caribe hasta los Llanos Orientales y el Amazonas. Es bastante frecuente en la Isla Fuerte (Córdoba), el río Don Diego (Magd.), donde se encuentra en los manglares, y en la región de Ayapel (Córdoba), Alto San Jorge, que consiste principalmente en numerosas lagunas, arroyos y pantanos. En los Llanos Orientales del Meta son menos abundantes y su ambiente preferido consiste en áreas cubiertas por rastrojo y manchas de monte. Son raros en las selvas.

2. *T. teguixin* (L.), 1758. "Caripiari, Mato". Llanos Orientales del Orinoco hasta el Amazonas. Ambas especies crecen hasta unos 950 milímetros aproximadamente; por lo menos nunca hemos medido un ejemplar que tenía un metro o más. Se alimentan principalmente de otros animales, *v. gr.*, insectos, otros lagartos, aves y pequeños mamíferos.

En la Isla Fuerte (Córdoba), hemos observado en mayo de 1955, que los *T. nigropunctatus* persiguieren ejemplares adultos de *Ameiva ameiva praesignis* y *Cnomidophorus lemniscatus* con frecuencia; en general los alcanzaron y, después de una lucha a veces prolongada, los devoraron. Son también muy inclinados a alimentarse de pollos y gallinas. Durante la época de anidación de las tortugas acuáticas, tanto de agua dulce como marinas, excavan los nidos y se alimentan de los huevos, succionando el interior y luego escupen la cáscara; *v. gr.*, los del "Gogó" *(Caretta caretta caretta)* en la orilla del mar entre Don Diego, Buritaca y el río Piedras; de la "Tortuga" *(Podocnemis lewyana)* en el Magdalena y Sinú; de la "Terecay" *(P. unifilis)*. "Sabanera" *(P. vogli)* y "Tortuga" *P. expansa)* en los Llanos Orientales. También se alimentan de frutas silvestres y de plátanos y papayas.

Anidan en el lugar más inverosímil para un lagarto terrestre, es decir, en los nidos de comejenes (termites) arborícolas.

En noviembre 11, 1956, hemos encontrado en el Caño Betancí, afluente del Sinú, cerca de la finca "Junquillo" de la orilla en el monte bajo un nido de comejenes, situado en un árbol más bien delgado en unos cinco metros de altura que tenía un hueco recientemente hecho; pensando en un nido de cierto lorito, denominado "Cara sucia", hemos investigado el lugar y encontrado ocho huevos blancos alargados y de cáscara blanda, lo que indicaba que fueron de un reptil, lagarto o serpiente.

Los habitantes nos informaron que han sido puestos por un "Lobo pollero" muy recientemente, ya que el hueco todavía no ha sido cerrado por los mismos comejenes. Schmidt & Inger (1959, p. 140), se refieren también a esta costumbre y hábito de anidar.

En diciembre 10, 1965, un *T. nigropunctatus*, procedente de Santa Rosa (Bol.), anidó en el jardín zoológico de Mr. Dennie Sebolt en Cartagena; el nido consistía en una excavación al pie de una mata de plátano y contenía cinco huevos, las dimensiones y el peso de los cuales son las siguientes:

1) 50.0 mm: 27.0 mm; peso: 19 g, 450 mg.

2) 50.0 mm: 27.0 mm; peso: 20 g, 650 mg.

3) 50.0 mm: 27.0 mm; peso: 20 g, 320 mg.

4) 51.0 mm: 26.0 mm; peso: 21 g, 100 mg.

5) 50.0 mm: 27.0 mm; peso: 20 g, 900 mg.

Son diurnos; durante la noche y los días lluviosos permanecen en cuevas excavadas por ellos mismos o por otros animales, *v. gr.*, el "Cachicamo" *(Dasypus novemcinctus)*. Los "Lobos polleros" de la costa del Caribe, de los valles del Magdalena y del Sinú están más inclinados hacia una vida semiacuática que aquellos procedentes de los Llanos Orientales. Nadan con frecuencia y caminan encima del junco y fango de los sectores pantanosos en la búsqueda de caracoles acuáticos; en cautividad se bañan con mucha frecuencia y permanecen por horas en los pozos; sin embargo, no buscan el agua en el caso de persecución, como suelen hacerlo las iguanas, sino el monte, para esconderse.

Existe una gran diferencia respecto al color entre los *Tupinambis* procedentes de la costa del Atlántico y de los Llanos Orientales respectivamente. Mientras todos los adultos de la costa del Caribe, etc., tienen un color negro brillante salpicado con numerosas manchas blancas o amarillentas, los de los Llanos Orientales y de la selva tropical del Vaupés y Amazonas son pardos claros con numerosas fajas delgadas transversales oscuras y manchas negruzcas.

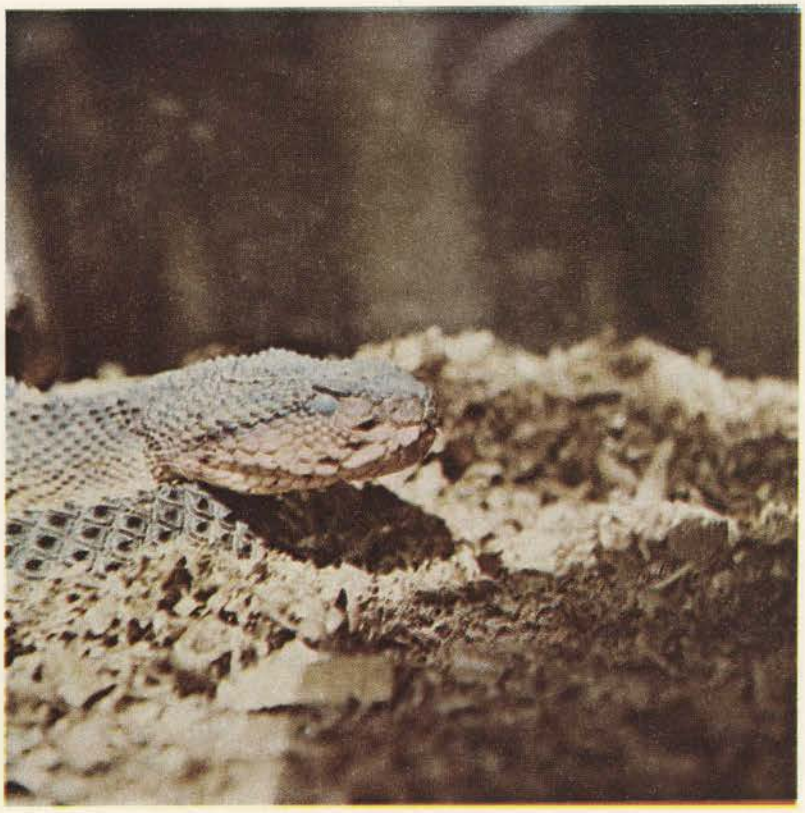
Existen otras características morfológicas externas entre ambas poblaciones. Además, hay que advertir que las características específicas dadas por Boulenger (1885, pp. 336, 337), para distinguir las dos especies *nigropunctatus* y *teguixin*, no son constantes en muchos casos; así, por ejemplo, *nigropunctatus* debe tener una sola escama *Loreal*, mientras *teguixin* dos grandes de ellas.

Evidentemente, se necesita un estudio a base de material suficiente para determinar exactamente los *Tupinambis* existentes en Colombia, hasta la fecha podemos solamente seguir el camino de la clasificación tradicional.



No. 3

Bothrops atrox atrox. "Mapaná". Alto Uré (Córdoba), febrero 7, 1963; hembra 1.61 metros. Obsérvase la fosa facial, situada entre el orificio nasal y los ojos. Vista lateral de la cabeza.



No. 4

Lachesis muta muta. "Rieca, Verrugoso". Región de Leticia (Am.), julio 21, 1959; 2.0 metros. Obsérvase la fosa facial; la escama que cubre el ojo está opaca y no transparente, lo que indica que el ejemplar pronto mudará la piel. Vista lateral de la cabeza.

Familia **Amphisbaenidae.**

Lagartos de cuerpo vermiforme; extremidades y cinturas rudimentarias o ausentes; ojos diminutos, situados debajo de una escama transparente; en su mayoría ovíparos; subterráneos; maxilares y mandíbulas provistas de dientes puntiagudos; se alimentan de comejenes y lombrices; son totalmente inofensivos, no obstante que la superstición popular los tilda como extremadamente venenosos.

Género *Amphisbaene* Linnaeus, 1758.
Especies:

1. *A. alba* Linnaeus, 1758. "Tatacoa, Ciega, Culebra de dos cabezas". Leticia (Am.); caño Guapaya, Sierra de La Macarena; Villavicencio; La Girona (Sant.), al E de Lebrija.

Crece hasta unos 600 milímetros aproximadamente; color pardo claro uniforme dorsalmente; ventralmente blanco.

2. *A. fuliginosa fuliginosa* Linnaeus, 1758. "Tatacoa, etc.". Hoya del Amazonas; se desconocen los límites exactos de su distribución; coexistente con *A. fuliginosa amazonica* en la región de Leticia. Color blanco con numerosas manchas negras; crece hasta unos 400 mm.

3. *A. fuliginosa amazonica* Vanzolini, 1951. Leticia; Villavicencio.

4. *A. fuliginosa varia* Laurenti, 1768. Chocó; Sampedro (Valle); La Girona; Honda; Paime (Cund.); Muzo; Barrancabermeja; Medellín; Villavicencio.

En Villavicencio existen híbridos entre *A. fuliginosa amazonica* y *A. fuliginosa varia* (Vanzolini, 1951).

5. *A. spurrelli* Boulenger, 1915. *Terra typica:* Andagoya, confluencia de los ríos Condoto y San Juan, 100 m. alt.; conocida únicamente de la localidad típica y de Tucutí, río Tuira, costa del Pacífico, Panamá.

Género *Mesobaena* Mertens, 1925. Monotípico.
Especie:

1. *M. huebneri* Mertens, 1925. *Terra typica: emendata* (Medem, 1965, p. 322): Río Inírida, afluente del río Guaviare (Vaupés), Colombia, en vez de "Inírida, sur de Venezuela".

Actualmente el Inírida pertenece a la Comisaría del Guainía.

El *Holotypus* (SMF Nº 5450; 1885, Georg Hübner), mide 270 milímetros total, cola 18 mm. y el diámetro 6 mm.; el color (en alcohol) es rosado, muy parecido al de una lombriz de tierra o de *Ascaris* (lombriz intestinal; Nematodo). Solamente conocida de la localidad típica y a base del tipo. Como el colector, Hübner, no ha indicado una localidad precisa, se desconoce el habitat definido, es decir, puede consistir o en la selva tropical húmeda o en las mesetas áridas que bordean extensas áreas a lo largo del río.

Familia **Anguidae.**

Lagartos de configuración muy variada, extremidades presentes, reducidas o ausentes. El género que representa esta familia en Colombia posee una cabeza achatada y triangular, un cuerpo relativamente grueso y aplanado, cubierto de escamas lisas no aquilladas, y una cola corta y redondeada; los maxilares y mandíbulas están provistos de dientes cortos pero fuertes.

Género *Diploglossus* Wiegmann, 1834.
Especies:

1. *D. millepunctatus* O'Shaughnessy, 1874. Endémico en la Isla de Malpelo, Océano Pacífico; crece hasta 450 milímetros y se alimenta principalmente de cangrejos marinos *(Crustacea).*

2. *D. monotropis* (Kuhl), 1820. "Madre de culebra, Madre de Coral". Andagoya; Cordillera del Baudó (Chocó); ríos Rosario y Mataje (Nariño); Muzo; posiblemente en La Girona (Sant.), al E de Lebrija, donde, en 1960, los habitantes nos informaron sobre la "Madre Coral", un lagarto grueso de cabeza plana y muy "bravo", es decir, venenoso, que se encuentra a veces en los bejuqueros densos. La descripción de su configuración y coloración indica una especie del género *Diploglossus.*

D. monotropis crece hasta unos 300 milímetros aproximadamente; el color de los adultos es gris blancuzco con numerosas barras oscuras transversales y algo de rojo ventro-lateralmente; los ejemplares juveniles tienen una coloración más viva: dorsalmente negra, ventralmente roja y lateralmente con fajas rojas y negruzcas alternantes. Son muy escasos; posiblemente subterráneos, aunque se encuentran de día en lugares húmedos y cubiertos de pasto; perseguidos, se paran, se inflan y se defienden a mordiscos (Reichel-Dolmatoff, marzo 1961, comunicación personal); son inofensivos a pesar de las creencias de los nativos. Se desconocen, que yo sepa, datos exactos sobre su modo de reproducirse; en cambio, *D. millepunctatus* es vivíparo (H. Marx, 1963, comunicación personal).

Paleontología.

En Colombia se encontraron Sauria fósiles en los siguientes sitios:
Coyaima (Tolima), Oligoceno Superior.
Un maxilar con dientes de *Tupinambis spec.*, posiblemente *teguixin (Teiidae).*

La Venta (Huila), Villavieja; formación Honda del Mioceno Superior.

1. Una mandíbula con dientes de *Tupinambis, teguixin.*

2. Un maxilar, la mandíbula, el fémur y vértebras de una nueva especie de la familia *Teiidae, Dracaena colombiana, spec. nov.* Representa un género actualmente distribuido en las Guayanas, el Bajo Amazonas (Brasil), el río San Francisco (Brasil) y en Paraguay.

3. *Iguanidae,* gen. et spec. indeterminados, pero parecido al género *Polychrus* (Estes, 1961).

La presencia de una especie del género *Dracaena* Daudin, 1802, indica que la región de Villavieja - San Nicolás (Huila), que actualmente es árida y tiene una altitud de 400 a 500 metros, formaba parte del habitat selva pluvial tropical, y tenía, además, una elevación menor durante el Mioceno Superior, parecido a la selva del Bajo Amazonas, por razón de que estos lagartos son de hábitos semiacuáticos y especializados en alimentarse de caracoles acuáticos *(Mollusca).* Además, el habitat de *Tupinambis* consiste también en terrenos bajos, silvestres y relativamente húmedos.

Los representantes más antiguos de los *Sauria* se encontraron en el Jurásico Superior: evolucionaron, probablemente, de los *Eosuchia,* un grupo de reptiles pequeños y parecidos a los lagartos que floreció durante el Permiano y Triásico.

Durante el Cretáceo Superior ya aparecen los grupos modernos de las *Iguanidae* y *Anguinidae.*

Las *Gekkonidae* y *Amphisbaenidae* están representados en el Eoceno, los *Teiidae* en el Oligoceno, y los *Scincidae* en el Plioceno.

Se desconocen todavía fósiles de las demás familias; posiblemente por razón de que muchas de ellas representan lagartos de tamaño menor que poseen, por lo general, huesos delgados y dientes diminutos, los cuales son poco resistentes y, consecuentemente, han sido destruídos en la mayoría de los casos durante el proceso de la fosilización.

El número total de lagartos encontrados en Colombia es el siguiente:

FAMILIA	Géneros	Especies y Subespecies
Gekkonidae	8	22
Iguanidae..	16	62
Scincidae	1	2
Teiidae	19	50
Amphisbaenidae	2	6
Anguidae	1	2

Hasta la fecha se conocen 47 géneros con 144 especies y subespecies de *Sauria* en Colombia.

Superorden SQUAMATA

Orden *Serpentes.*

La mayor parte de las características distintivas de las serpientes van asociadas al alargamiento de su cuerpo; éste parece ser consecuencia del tipo de locomoción "lateral ondulatoria', adaptado por el grupo de lagartos de que las serpientes evolucionaron. En relación con la forma alargada del cuerpo está la pérdida de las extremidades, el alargamiento de los órganos internos y la pérdida de un pulmón funcional, generalmente el izquierdo. Mandíbulas articuladas anteriormente por un ligamento, lo que permite una mayor expansión de la boca durante el acto de ingerir la presa entera; ojos inmóviles, sin párpados y cubiertos por un par de escamas transparentes; lengua alargada, bífida y protráctil; contribuye en las percepciones olfativas a llevar estímulos químicos al "Organo de Jacobson", situado en la cavidad nasal; ovíparas, ovovivíparas y vivíparas; terrestres, subterráneas, arborícolas y acuáticas, es decir, de agua dulce, salobre y salada.

Familia **Typhlopidae.**

Serpientes pequeñas subterráneas; comúnmente denominadas como "Ciegas" por poseer un par de ojos vestigiales debajo de escamas opacas.

Género *Anomalepis* Jan, 1861.
Especie:

1. *A. colombia* Marx, 1953. *Terra typica:* La Selva, Pueblo Rico (Caldas), 1700 m. alt. Constituye el primer registro de este género para Colombia.

Género *Helmintophis* Peters, 1860.
Especies:

1. *H. praeocularis* Amaral, 1924. *Terra typica:* Honda (Tolima), marzo 1924, Nicéforo M. Ibagué; San Gil; Cúcuta.

Género *Liotyphlops* Peters, 1881.
Especies:

1. *L. albirostris* (Peters), 1857. Mariquita; Barranquilla, Santa Marta, Cartagena, Estación de Piscicultura de la C.V.M., Canal del Dique, frente a San Cristóbal.

2. *L. anops* (Cope), 1899. San Vicente de Chucurí (Sant.), Paime (Cund.).

3. *L. cucutae* Dunn, 1944. *Terra typica: Cúcuta* (N. de Sant.), 215 m. alt. Puerto Berrío (Ant.), 112 m. alt., valle del Magdalena (Valdivieso & Tamsitt, 1963).

4. *L. flavoterminatus* (Peters), 1857. Región de Cúcuta (Roze, 1959).

5. *L. metae* Dunn, 1944. *Terra typica:* Villavicencio (Meta), 498 m. alt.; solamente conocido de la localidad típica.

Un ejemplar, capturado en el centro de Villavicencio, agosto 14, 1967, Rafael Ruszinke (Taller Rodríguez), tenía las siguientes dimensiones: total: 325.0 milímetros; cola: 8.0 milímetros.

Género *Typhlops* Duméril & Bibron, 1844.
Especie:

1. *T. reticulatus* (L.), 1758. Hoyas del Orinoco y Amazonas.

Familia **Leptotyphlopidae.**

Se distinguen de los *Typhlopidae* únicamente por poseer vestigios del fémur y de la cintura pélvica.

Género *Leptotyphlops* Fitzinger, 1843.
Especies.

1. *L. albifrons magnamaculata* Taylor, 1940. Islas San Andrés y Providencia (Dunn & Saxe, 1950).

2. *L. brevissima* Shreve, 1964. *Terra typica:* Florencia (Caquetá), febrero 10, 1951, Nicéforo María. Sonsón (Ant.).

3. *L. dugandi* Dunn, 1944. *Terra typica:* Juanmina (Atl.) y Barranquilla, jardín del Colegio Biffi.

Nota: En junio de 1964, hemos buscado el tipo y paratipo en el Colegio Biffi; ambos están evidentemente perdidos; varios frascos contenían ejemplares en estado de descomposición y sin letreros; por esta razón una clasificación ha sido imposible.

4. *L. goudoti* (Duméril & Bibron), *1844. Terra typica:* Valle del Magdalena, Nueva Granada, Goudot. Río Negro, región de Bucaramanga (Sant.), 1018 m. alt.; Honda; Ambalema (Tolima); Apulo (Cund.); Ibagué.

5. *L. joshuai* Dunn, 1944. *Terra typica:* Jericó (Ant.), 1967 m. alt., Andes (Ant.); Villa María (Caldas), 2005 m. alt.

6. *L. macrolepis* (Peters), 1857. Ocaña (N. de Sant.), 1200 m. alt.; Barichara y San Gil (Sant.); Chaparral; Guamo; Mariquita (Tolima).

7. *L. nicefori* Dunn, 1946. *Terra typica:* Mogotes (Sant.), 1646 m. alt. Solamente conocido de la localidad típica.

Familia **Aniliidae.**

Género *Anilius* Oken, 1816.
Especie:

1. *A. scytale* (L.), 1758. "Coral". Inofensiva; subterránea; crece hasta 1.20 metros (Nicéforo M., 1930 a). Un ejemplar de Peralonso (Meta), carretera entre Villavicencio y Puerto López, junio 10, 1967, Sixto Rodríguez, capturado de día en la orilla de un caño, se alimentó en cautividad en el Instituto "Roberto Franco" de comejenes y lombrices; murió septiembre 15, 1967; sus dimensiones comprenden las siguientes: total 997 mm.; cola: 30 milímetros.

Desde los Llanos Orientales hasta la Amazonía.

Familia **Boidae.**

Ofidios de tamaño grande; los vestigios de las extremidades posteriores consisten en los tres huesos de la cintura pélvica, muy separados de los del lado opuesto, y en el fémur muy pequeño; externamente tienen un par de espolones o garras córneas pequeñas, bien discernibles en los machos, menos en las hembras. Eso quiere decir, que la familia *Boidae,* igual a la de las *Leptotyphlopidae,* representan formas muy antiguas que todavía no han perdido por total ciertos vestigios esqueletales durante el proceso de la evolución orgánica, y que sus antepasados constituyeron un grupo de reptiles poseedores de las cuatro extremidades bien desarrolladas y funcionales.

Género *Eunectes* Wagler, 1830.
Especie:

1. *E. murinus gigas* (Latreille), 1802. "Güio negro, Anaconda". Representa la serpiente más grande del mundo; el único ejemplar de tamaño mayor, procedente de los Llanos Orientales del Meta, ha sido debidamente medido por el geólogo petrolero Roberto Lamón, y midió 11.50 metros total (37.5 pies), fide Dunn, (1944 k, p. 183).

Se habla con frecuencia de ejemplares de 14 a 30 metros de longitud, pero todavía no existe ninguna comprobación respaldada por dimensiones exactas. El "Güio negro" es vivíparo, como todas las *Boidae;* su habitat consiste en lagunas, pantanos y caños; se alimenta de peces, babillas, *(Caiman sclerops),* aves y mamíferos hasta de un tamaño de un zaíno y ternero pequeño; principalmente acuático, se encuentra en las hoyas del Amazonas y Orinoco; de Colombia solamente la subespecie *E. murinus gigas* se ha registrado hasta la fecha.

Género *Ungialophis* Müller, 1882.
Especie:

1. *U. danieli* Prado, 1940. *Terra typica:* Andes (Ant.), 1350 m. alt., octubre 1938, Daniel, Hno.

Solamente conocida de la localidad típica; pequeña y de hábitos desconocidos.

Género *Trachyboa* Peters, 1860.
Especie:

1. *T. boulengeri* Peracca, 1910. "Orito, Pudridora". Inofensiva; crece hasta unos 250-300 milímetros; ovovivípara (Barbour, 1937).

En zonas pantanosas del Bajo Calima; ríos Dagua y Sabaletas (Valle), al S de Buenaventura (Adler, septiembre 3, 1967, in litt.); (ICN Nº 431, Bajo Calima, febrero 11, 1960, Isidoro Cabrera); (ICN Nº 415, campamento "Cartón de Colombia", entre Buenaventura y el Calima, 1960, I. Cabrera); Alto Sinú, arriba del río Verde (Córdoba), diciembre 23, 1959, George Dahl, en la orilla de un caño, de día; (ICN Nº 349), es el primer ejemplar encontrado al E del litoral Pacífico.

T. boulengeri comprende una especie muy rara y de hábitos desconocidos; don Isidoro Cabrera me informó que consiguió un ejemplar en un pozo dentro del agua poco profunda.

Género *Constrictor* Laurenti, 1768.
Especies:

1. *C. constrictor constrictor* (L.), 1758. "Güio perdicero, Galán, Boa". Crece hasta unos 4 metros aproximadamente; principalmente al oriente de la Cordillera Oriental.

2. *C. constrictor imperator* (Daudin), 1803. "Boa". Principalmente a lo largo de las costas del Atlántico y Pacífico; islas San Andrés y Providencia. El color es, por lo general, gris azuloso y las manchas y barras rojas y amarillas menos pronunciadas que en *C. constrictor constrictor*.

Género *Epicrates* Wagler, 1830.
Especies:

1. *E. cenchria cenchria* (L.), 1758. "Macabrel, Macaurel". Crece hasta unos tres metros; en las hoyas del Orinoco y Amazonas.

2. *E. cenchria maurus* Gray, 1849. "Boa azul, Mapaná mariposa" (sic). Litoral del Caribe, Valle del Magdalena.

Género *Boa* Linnaeus, 1758.
Especies:

1. *B. annulata* (Cope), 1875. "Boa, Boba". Costa del Pacífico del Chocó, Valle, Cauca y Nariño. Aparentemente terrestre.

2. *B. canina* (L.), 1758. "Macaurel, Macabrel". Color verde brillante con zonas blancas transversales; crece hasta unos 3 metros; arborícola; hoyas del Orinoco y Amazonas. Caño Guapaya (Meta), La Macarena, norte, febrero 16, 1962, Hugo Arévalo y Jesús M. Idrobo, encima de un árbol de cacao, en 10 m. alt. (ICN Nº 1495).

3. *B. hortulana hortulana* (L.), 1758. "Macabrel, Macaurel". Crece hasta tres metros; arborícola; hoyas del Orinoco y Amazonas; abunda en el río Muco (Vichada).

4. *B. hortulana cooki* (Gray), 1842. "Matabogas, Mapaná Tigre, Oroya". Arborícola; se encuentra de noche en los arbustos cerca de la orilla de los arroyos; por su agresividad considerada como muy venenosa, en realidad inofensiva; se alimenta de aves y a veces de "Saltarroyos" *(Basiliscus, Iguanidae)*. Litoral del Caribe; Catatumbo; Cúcuta; Magdalena; Valle del Atrato; Acandí (Chocó).

Familia **Colubridae.**

Comprende la mayoría de las serpientes *inofensivas;* a base de ciertas características anatómicas del *hemipenis* (doble como en los *Sauria)*, está dividida en varias subfamilias, entre ellas las *Colubrinae* y *Xenodontinae*. Esta división, sin embargo, no corresponde a la realidad biológica en muchos casos, sino es bastante artificial y existen discrepancias entre los especialistas. Por esta razón no me refiero a las subfamilias, sino únicamente a la familia *Colubridae*.

La mayoría de los géneros necesita, además, una revisión taxonómica urgente. Existen varias excelentes revisiones, *v. gr.*, sobre el género *Atractus* del Ecuador (Savage, 1960); la subfamilia *Dipsadinae* (Peters, 1960 a), y los géneros *Dryadophis* (Stuart, 1941); *Leptodeira* (Duellman, 1958) y *Leptophis* (Oliver, 1958).

Se distinguen dos grupos grandes principales como siguen:

Grupo I. *Aglypha*. Ofidios aglifos. Dientes posteriores maxilares sin acanaladura.

Grupo II. *Opistoglypha*. Ofidios opistoglifos. Dientes posteriores maxilares acanalados; generalmente dos pares de ellos; poseen un veneno efectivo para paralizar su presa, pero no peligroso para el género humano.

Grupo I. *Aglypha*.

Género *Atractus* Wagler, 1828.

Serpientes pequeñas, subterráneas; por lo general pardo-oscuras o negruzcas; sin embargo, varias especies poseen colores vivos que consisten en anillos rojos, negros, blancos y amarillos, muy parecidos a los de las verdaderas "Corales" (género *Micrurus)*, y se confunden fácilmente. Este género necesita una revisión total, y es muy probable que varias especies y subespecies descritas de Colombia no son válidas, sino representan sinónimos de otras o meramente diferencias indi-

viduales, debido a la gran irregularidad del escamado de la cabeza, muy común en el género *Atractus*.

Especies:

1. *A. andinus* Prado, 1944. *Terra typica:* Andes (Ant.).

2. *A. arangoi* Prado, 1939. *Terra typica:* Colombia (sic.), sin localidad exacta.

3. *A. biseriatus* Prado, 1940. *Terra typica:* Manizales (Caldas).

4. *A. colombianus* Prado, 1939. *Terra typica:* Chocontá (Cund.).

5. *A. crassicaudatus* (Duméril & Bibron), 1854. *Terra typica:* Bogotá. Choachí, Gutiérrez (Cundinamarca), Fusagasugá, Arracachal (Cund.), San Mateo (Boyacá), 2800 m. alt.

6. *A. dubius* (Jan), 1862. *Terra typica:* Bogotá.

7. *A. elaps* (Günther), 1858. Sinónimo: *A. elaps tetrazonus* Amaral, 1931, depresión de Guaicaramo (Boyacá), al E del río Meta. Gino-Gojé, río Apaporis; río Vaupés; Villavicencio, septiembre 11, 1967, Abraham Pérez.

9. *A. fuhrmanni* Peracca, 1914. *Terra typica:* Quebrada en la vecindad de Bogotá.

10. *A. indistinctus* Prado, 1939. *Terra typica:* Ocaña (N. de Sant.).

11. *A. lasallei* Amaral, 1931. *Terra typica:* Sampedro (Ant.).

12. *A. latifrons* (Günther), 1868. Río Apaporis, Putumayo, Caquetá.

13. *A. (Leptocalamus) limitaneus* Amaral, 1935. *Terra typica:* La Pedrera (Am.), Bajo Caquetá.

14. *A. longimaculatus* Prado, 1939. *Terra typica:* "Quindío", en realidad Pacho (Cund.), fide Dunn (1944 a).

15. *A. loveridgei* Amaral, 1930. *Terra typica:* Jericó (Ant.).

16. *A. manizalensis* Prado, 1939. *Terra typica:* No registrada para el tipo (sic). Villa María (Caldas) para el paratipo.

17. *A. melanogaster* Werner, 1916. *Terra typica:* Cañón del Tolima; arriba de Ibagué, 1700 metros aproximadamente.

18. *A. melas* Boulenger, 1908. *Terra typica:* Los Mangos (Valle); entre Buenaventura y El Pilón (Medem, 1965, p. 342).

19. *A. multicinctus* (Jan), 1865. Peña Lisa, Condoto.

20. *A. nicefori* Amaral, 1932. *Terra typica:* Jericó (Ant.).

21. *A. nigriventris* Amaral, 1932. *Terra typica:* Chita (Boyacá), 3005 m. alt.

22. *A. obesus* Marx, 1960. *Terra typica:* Santa Bárbara (Ant.), al pie del Cerro Frontino, Alto Urrao, afluente del río Penderisco, 2700 m. alt., abril 1951, Philip Hershkovitz; El Roblal (Valle), río Pichindé, afluente del río Cali, Los Farallones, 2640 m. alt.; abril 25, 1946, José Cuatrecasas.

23. *A. obtusirostris* Werner, 1916. *Terra typica:* Cañón del Tolima.

24. *A. oculotemporalis* Amaral, 1932. *Terra typica:* Jericó (Ant.).

25. *A. pamplonensis* Amaral, 1937. *Terra typica:* Pamplona.

26. *A. punctiventris* Amaral, 1932. *Terra typica:* Villavicencio (Meta).

27. *A. sanctae - martae* Dunn, 1946. *Terra typica:* San Sebastián (Magd.), 2000 m. alt., Sierra Nevada de Santa Marta.

28. *A. sanguineus* Prado, 1944. *Terra typica:* Yarumal (Ant.).

29. *A. trivittatus* Amaral, 1932. *Terra typica:* Chita (Boyacá).

30. *A. variegatus* Prado, 1941. *Terra typica:* La Uvita (Boyacá), 2.408 m. alt.

31. *A. vertebralineatus* Prado, 1940. *Terra typica:* Ocaña (N. de Sant.).

32. *A. wagleri* Prado, 1945. *Terra typica: Humbo* (= Muzo).

33. *A. werneri* Peracca, 1914. *Terra typica:* Cafetal "Argelia", Mun. de Viotá (Cund.), 1830 m. alt. Santandercito (Cund.); Sabana de Bogotá.

Nota: Amaral (1932 b), registró *A. guentheri* (Wucherer), 1861, localidad típica: al sur de Bahía y Río de Janeiro, Brasil, de Jericó (Ant.), 1967 m. alt.; Werner (1899) señaló *A. reticulatus* Boulenger, 1885, localidad típica: São Lorenço, Rio Grande do Sul, sur de Brasil, como nuevo para Colombia, coleccionado en Fusagasugá, 1740 m. alt. La presencia de ambas especies nos parece muy poco probable en las localidades colombianas indicadas por razón del habitat completamente distinto.

Dunn (1944 a) consideró *A. fuhrmanni* como sinónimo con *A. crassicaudatus*, y *A. longimaculatus* y *A. colombianus* como sinónimos de *A. werneri*. *Atractus elaps tretrazonus* Amaral, 1931, es sinónimo con *A. elaps* (Günther), 1858, (Savage, 1960, p. 39).

Atractus dubius (Jan), 1862, de Bogotá, nunca ha sido encontrado más y, posiblemente, es uno de los sinónimos de *A. crassicaudatus* (Duméril & Bibron), 1854.

La mayoría de los tipos y paratipos descritos por Amaral y Prado ha sido enviada por los Hermanos Apolinar y Nicéforo María.

Es evidente, que la nomenclatura del género *Atractus* se encuentra en un estado de alta con-

fusión, debido parcialmente a la descripción de nuevas especies en forma acelerada y no hecha a base de ejemplares suficientes, sin tomar en cuenta las diferencias morfológicas individuales, y, además, no respaldada por estudios taxonómicos comparativos.

Género *Chironius* Fitzinger, 1826.
Especies:

1. *C. carinatus* (L.), 1758. "Cazadora, Lomo de machete, Matacaballos". Crece hasta unos tres metros; gruesa, agresiva y muy rápida; principalmente terrestre; es la especie más común y se encuentra en todo el país; es útil en las casas para la exterminación de roedores.

2. *C. flavopictus* (Werner), 1909. Río San Juan (Chocó).

3. *C. fuscus* (L.), 1758. Hoya del Amazonas.

4. *C. grandisquamis* (Peters), 1868. Isla Gorgona; litoral del Pacífico.

5. *C. multiventris* Schmidt & Walker, 1943. Leticia (Am.), fide Shreve (1947 b).

6. *C. sexcarinatus* (Wagler), 1824. Entre Bucaramanga y Florida Blanca (Sant.), 895 - 1000 m. alt., marzo 10, 1961, Gilberto Toro García (ICN Nº 389), tentativamente *det.:* J. A. Peters; nuevo para Colombia.

7. *C. schlueteri* (Werner), 1899. Vertiente sur de La Macarena (Meta), hacia el Alto Guayabero, enero 19, 1959, F. Medem, Carlos A. Velásquez, Jorge Hernández Camacho (ICN Nos. 340, 344, 358, 379), *det.:* James A. Peters (1962). Por primera vez registrada en Colombia.

Género *Dendrophidion* Fitzinger, 1843.
Especies:

1. *D. bi-vittatum* (Duméril & Bibron), 1854. *Terra typica:* Nueva Granada. Chocó, Antioquia, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Santander.

2. *D. boshelli* Dunn, 1944. *Terra typica:* Volcanes, 250 m. alt., Mun. Caparrapí (Cund.); solamente conocida de la localidad típica.

3. *D. percarinatum* (Cope), 1893. Río Napipí, afluente del Bajo Atrato (Chocó); El Centro; Paime; Muzo.

Género *Diaphorolepis* Jan, 1863.
Especies:

1. *D. laevis* Werner, 1923. *Terra typica:* Colombia, 1910, col: Fassl, sin localidad exacta; nunca ha vuelto a hallarse (Dunn, 1944 k, p. 213).

2. *D. wagneri* Jan, 1863. Distribución: Panamá y Ecuador (Bogert, 1964). Todavía no registrada de Colombia, pero muy posiblemente presente en el litoral del Pacífico. Los representantes de este género son muy escasos y, evidentemente, restrictos a ciertas áreas de Colombia, Panamá y Ecuador, de 100 a 2200 metros de altura; sus hábitos son desconocidos.

Género *Dipsas* Laurenti, 1768.
Serpientes pequeñas, delgadas, de hábitos nocturnos; arborícolas; se alimentan exclusivamente de moluscos terrestres y arborícolas.
Especies:

1. *D. catesbyi* (Sentzen), 1786. Morelia (Caquetá), al occidente de Florencia; Leticia; Villavicencio.

2. *D. indica indica* Laurenti, 1768. Leticia; Mitú (Vaupés).

3. *D. pratti* (Boulenger), 1897. *Terra typica:* Medellín (Ant.). Líbano (Tolima); Quindío; Cúcuta.

4. *D. sancti-joannis* (Boulenger), 1911. *Terra typica:* Pueblo Rico (Chocó), vertiente hacia el río San Juan, 5200 pies. Medellín; Jericó; El Tambo (Cauca).

5. *D. temporalis* (Werner), 1909. Peña Lisa, Condoto; Agua Clara (Chocó), río Tamaná, afluente del Alto San Juan, región de Primavera; sin fecha, col: Rahm (Peters, 1964).

Género *Drepanoides* Dunn, 1928.
Especie:

1. *D. anomalus* (Jan), 1863. Puerto Asís (Putumayo), fide Dunn (1944 k); es muy rara y de costumbres desconocidas.

Género *Dryadophis* Stuart, 1939.
Especies:

1. *D. bifossatus striatus* Amaral, 1931. *Terra typica:* Villavicencio, Nicéforo M.

2. *D. boddaerti boddaerti* (Sentzen), 1796. "Lobera, Guardacamino, Yaruma". Común en todo el país, inclusive la Isla Gorgona.

3. *D. boddaerti ruthveni* (Stuart), 1933. *Terra typica:* San Lorenzo (Magd.), Sierra Nevada de Santa Marta. Principalmente en la Sierra Nevada, desde unos 900 m. hasta 2000 m. aproximadamente; existen, sin embargo, híbridos entre *boddaerti boddaerti* y *boddaerti ruthveni* procedentes de Bucaramanga.

4. *D. pleei* (Duméril & Bibron), 1854. "Guardacamino". Común a lo largo del litoral del Caribe; Honda; La Mesa (Cund.); Jericó.

Género *Drymarchon* Fitzinger, 1843.
Especies:

1. *D. corais corais* (Boie), 1827. "Cazadora". Hoyas del Orinoco y Amazonas.

2. *D. corais melanurus* (Duméril & Bibron), 1854. "Cazadora", "Sapa". Al norte y occidente de la Cordillera Oriental, desde la costa del Pacífico hasta Santander aproximadamente. Un ejemplar (ICN Nº 267), procedente de San Antonio de Tena (Cund.), 1384 m. alt., río Bogotá, julio 7, 1962, Roberto Moros; comprende una localidad nueva.

Ambas especies son gruesas y de tamaño mayor; *D. corais melanurus* crece hasta 2.95 metros (Duellman, 1960, Copeia, *Nº 4*, pp. 367-368). Terrestres, pero se encuentran con frecuencia en los caños; en noviembre 3, 1959, hemos coleccionado un ejemplar de dos metros en el caño Becordó, afluente del San Juan, cerca de Noanamá (Chocó), el cual tenía una tortuga joven (71 mm. longitud del caparazón, *(Geoemyda melanosterna nasuta)*, recién devorada, en el estómago (Medem, 1962, p. 290). Los *Drymarchon* se alimentan principalmente de ranas y sapos *(Bufo marinus)*, pero también de lagartos y aves (Nicéforo M., 1933).

Género *Drymobius* Fitzinger, 1843.
Especies:

1. *D. margaritiferus* (Schlegel), 1837. "Azotadora". Litoral del Caribe; Valle del Magdalena.

2. *D. rhombifer* (Günter), 1860. Virtualmente en todo el país.

Género *Drymoluber* Amaral, 1929. Monotípico.
Especie:

1. *D. dichrous* (Peters), 1863. Crece hasta un metro aproximadamente; desde la vertiente oriental de la Cordillera Oriental hasta la hoya del Amazonas.

Género *Dugandia* Dunn, 1944. Monotípico.
Especie:

1. *D. bicincta* (Hermann), 1804. *Terra typica:* Raudal de Yuruparí (Vaupés), río Vaupés, noviembre 10, 1943, Paul H. Allen.

Nota: Hoge (1958) consideró que el nombre *Hydrodynastes* Fitzinger, 1843, tiene prioridad sobre *Dugandia;* por esta razón se debe aplicar la denominación *Hydrodynastes bicinctus* (Hermann), 1804; Medem (1965, p. 316).

Esta serpiente es bastante rara y de hábitos poco conocidos; es principalmente acuática; la hemos observado en 1958 en el Caño Carurú, afluente del Alto Vaupés. Por su color rosado con barras pardo-oscuras o negras en pares la confunden con las verdaderas "Corales" (género *Micrurus*). Pertenece a la fauna del Amazonas, pero su distribución se extiende hasta los llanos del Meta; hemos encontrado tres ejemplares de este nuevo habitat, un poco sorprendente para una serpiente considerada como confinada a las selvas amazónicas: dos ejemplares adultos (ICN Nos. 238, 1281), enero 7, 1959, caño "Ema", hacienda "El Viento", frente a Matazul, Alto Meta, entre Puerto López y Remolino, Carlos A. Velásquez; murieron en el Instituto de Ciencias Naturales en abril 4 y mayo 13, 1959, respectivamente.

Otro ejemplar, procedente de Puerto Lleras (Meta), Mun. San Martín, Alto Ariari, mayo 11, 1967, F. Medem; comprado en Villavicencio; murió en julio 21, 1967; midió 1720 milímetros total, cola: 430 mm., sexo: hembra; depositada en la colección de la Sección de Biología Tropical en Villavicencio.

Durante todo el tiempo permaneció tanto en el agua como en tierra; mudó la piel entre junio 29 y julio 18, 1967; se alimentó una sola vez de una rana arborícola *(Hyla crepitans)*, pero no de pequeñas "Terecayes" *(Podocnemis unifilis)*, "Babillas" *(Caiman sclerops)* y otras serpientes *(Erythrolamprus aesculapii)*, tampoco de diferentes peces pequeños; por consecuencia, su alimento natural es desconocido, ya que es poco probable que una serpiente tan grande y fuerte se alimente de pequeñas ranas. Era poco agresiva, pero a veces trató a morder, inflando el cuello lateralmente como lo hace la "Sapa" *(Xenodon severus)*. Los ejemplares del caño Carurú han sido observados de día en el agua, nadando y sacando la mitad de la cabeza afuera, igual al ejemplar mantenido en cautividad arriba mencionado, el cual era más bien diurno y de noche permaneció inmóvil en el fondo del acuario.

Género *Enulius* Cope, 1871.
Especies:

1. *E. flavitorques* (Cope), 1869. *Terra typica:* Río Magdalena, Colombia.

2. *E. sclateri* (Boulenger), 1894. Un ejemplar (ICN Nº 82) de El Centro, región de Barrancabermeja entre el río Oponcito y la quebrada de Nutria, 150-170 m. alt.; sin más datos; posiblemente coleccionado por Dunn el cual la señaló de Barrancabermeja (1944 k). Por su cabeza amarilla en contraste con el pardo oscuro o claro del cuerpo, confundida con la "Coral" *(Micrurus)*. Ambas especies son raras, de hábitos desconocidos.

Género *Geophis* Wagler, 1830.
Serpientes pequeñas, subterráneas y muy escasas en Suramérica; constituyen elementos faunísticos de México y la América Central.
Especies:

1. *G. nigroalbus* (Boulenger), 1908. *Terra typica:* Pavas (Valle), 1600 m. alt.

2. *G. brachycephalus* (Cope), 1871. Landázuri (Sant.); por primera vez registrada en Colombia, (Downs, 1967, impreso).

Género *Helicops* Wagler, 1830.

Serpientes acuáticas; crecen hasta unos 600 milímetros aproximadamente; por su color confundidas con la "Mapaná" *(Bothrops atrox);* inofensivas.

Especies:

1. *H. angulatus* (L.), 1758. "Cuatronarices de agua". Llanos del Meta; Alto Guayabero, La Macarena; se alimenta de peces, especialmente de "Anguillas" *(Synbranchus marmoratus).*

2. *H. danieli* Amaral, 1937. *Terra typica:* Carare (Sant.), afluente del Magdalena, Daniel, Hno.

Nota: La descripción específica ha sido hecha a base de un solo ejemplar juvenil; posiblemente la especie no es válida (Hoge, 1966, comunicación personal); es muy parecida a *H. scalaris.*

3. *H. polylepis* Günther, 1861. Hoya del Amazonas y, posiblemente, en los llanos del Meta (Adler, septiembre 3, 1967, in litt.).

4. *H. scalaris* (Jan), 1865. "Mapaná de agua". Costa del Caribe; hoya del Magdalena; río Uré; río Atrato hasta Quibdó; Cúcuta.

Género *Hydrops* Wagler, 1830.

Ofidios pequeños, acuáticas, muy parecidas a las "Corales" por su color.

Especies:

1. *H. martii* (Wagler), 1824. "Coral". Hoya del Amazonas.

2. *H. triangularis triangularis* (Wagler), 1824. La Pedrera (Am.), Bajo Caquetá.

3. *H. triangularis venezuelanus* Roze, 1956. Río Vaupés; Amazonas.

Género *Lampropeltis* Fitzinger, 1843.

Especie:

1. *L. doliata micropholis* Cope, 1861. "Coral".

Presentamos las siguientes localidades nuevas: Entre San Agustín (Huila) y el Estrecho del Magdalena, 1600 m. alt. aproximadamente, julio 18, 1960, Ernst Ullrich (ICN Nº 39). Montañita (Caquetá), a 40 kms. al oriente de Florencia, río Orteguaza, 500 m. alt., aproximadamente, abril 1957, Col. (Pol. Nal.) Luis A. Hernández, (ICN Nº 165). Bello (Ant.), cerro de la represa "Fabricato", arriba del pueblo, 2500 m. alt. aproximadamente, julio 18, 1966, Humberto Alvarez. Valle de Socorpá, Sierra de Perijá (Cesar), 1400 m. alt., en una platanera de día, junio 9, 1966, Lars Persson. Arcabuco (Boyacá), cerca de Tunja, 2500 m. alt., aproximadamente, octubre 9, 1963, P. Ivo Schaible y Richard Schahl (comunicación personal, película en colores). Subía (Cund.), Salto del Tequendama, 2200 m. alt., enero 1948, Alvaro Torres Barreto.

Dunn, (1944 k, p. 207), registró un ejemplar procedente de Florencia (Caquetá), Alto Orteguaza, 450 m. alt., aproximadamente.

L. doliata micropholis pertenece a un género que abunda en los Estados Unidos y México; constituye el único representante en Suramérica, muy posiblemente ha inmigrado durante épocas recientes al norte de Colombia hasta la Cordillera Oriental la cual penetró hasta su vertiente sur-oeste en la región de Florencia.

Su habitat consiste en las regiones montañosas de las tierras calientes hasta frías; nunca ha sido registrado del habitat tropical pluvial; crece hasta un metro aproximadamente y se alimenta de roedores; por su coloración que consiste en anillos rojos, negros y amarillos la confunden con las verdaderas "corales" del género *Micrurus.*

Género *Leimadophis* Fitzinger, 1843.

Especies:

1. *L. bimaculatus bimaculatus* (Cope), 1899. *Terra typica:* Vecindad de Bogotá. El tipo y los paratipos han sido enviados junto con otros reptiles, desde Bogotá para ser exhibidos, en el año de 1893, en la Exposición Mundial de Chicago (Medem, 1965, p. 307). "Sabanera". Sabana de Bogotá; La Uvita: Chita (Boyacá); Sasaima; Fusagasugá.

2. *L. bimaculatus lamonae* Dunn, 1944. *Terra typica:* Sonsón (Ant.), 2410 m. alt. Andes (Ant.), San Pedro (Ant.), Manizales (Caldas).

3. *L. epinephalus epinephalus* (Cope), 1862. *Terra typica:* Río Truandó, afluente del Bajo Atrato. Río San Juan, Jericó, Mariquita, Pacho (Cundinamarca), Sasaima, Pamplona.

4. *L. melanotus* (Shaw), 1802. "Esterilla". Costa del Atlántico, entre Barranquilla y Tolú (Sucre), Valle del Magdalena, Cúcuta, Arauca (Dunn, 1944 k).

5. *L. pseudocobella* (Peracca), 1914. *Terra typica:* Angelópolis y Pueblorrico (Ant.), 1955 y 1942 m. alt., respectivamente.

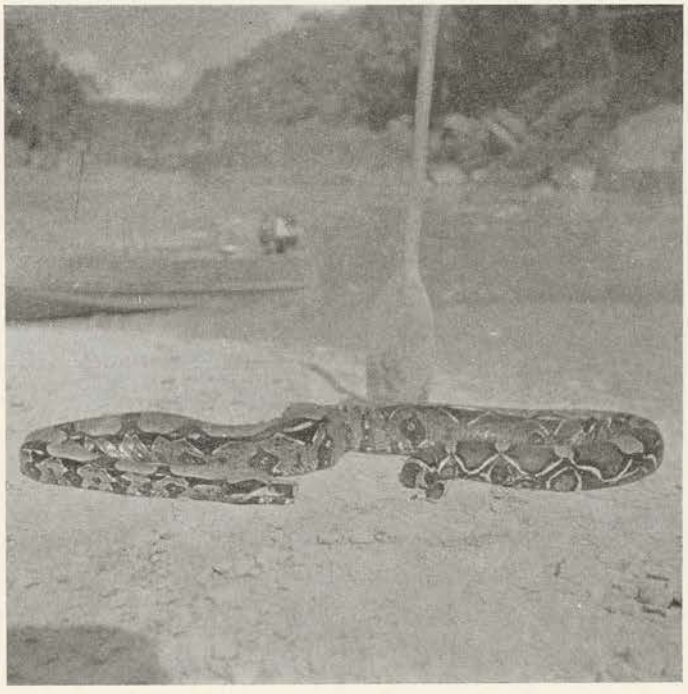
6. *L. pygmaeus* (Cope), 1868. Mocoa (Putumayo); en general en la hoya del Amazonas cerca de la vertiente de la Cordillera Oriental.

7. *L. reginae* (L.), 1758. La Pedrera, Bajo Caquetá; La Salina (Boyacá), 1439 m. alt., Santa Librada (N. de Sant.).

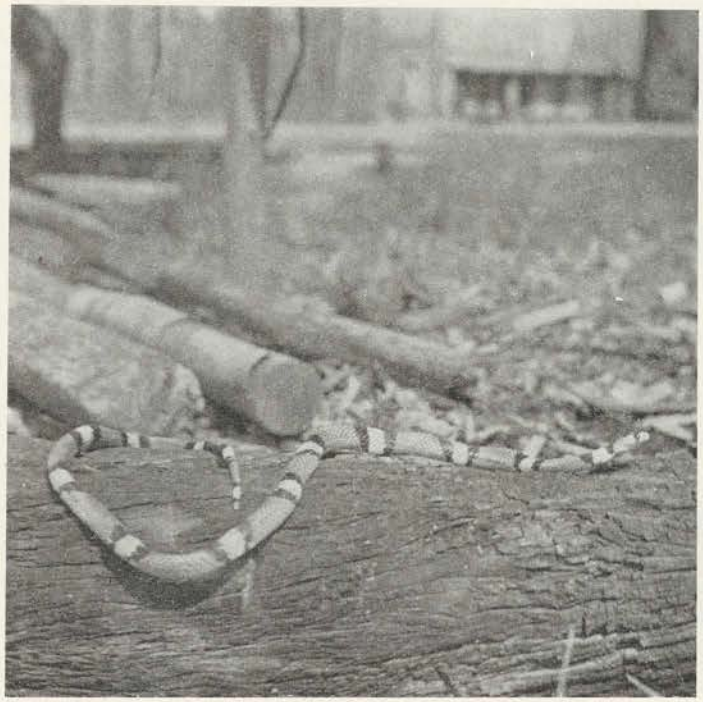
8. *L. typhlus* (L.), 1758. Puerto Asís, Alto Putumayo; La Tagua, Alto Caquetá; Medina (Cundinamarca), al E de Villavicencio, vertiente de la Cordillera Oriental; 576 m. alt., Suaita (Sant.), 1610 m. alt.



5. *Epicrates cenchria cenchria*. "Macabrel". Región de Puerto López (Meta); diciembre 3, 1958; 1.62 metros.



6. *Constrictor constrictor constrictor*. "Boa, Güio perdicero". Río Guayabero (Meta), Angostura Nº 2, enero 3, 1957; 3.12 metros.



7. *Erythrolamprus aesculapii* ssp. "Falsa Coral". Lago "El Dorado" (Vaupés), marzo 20, 1958; 83.6 centímetros.



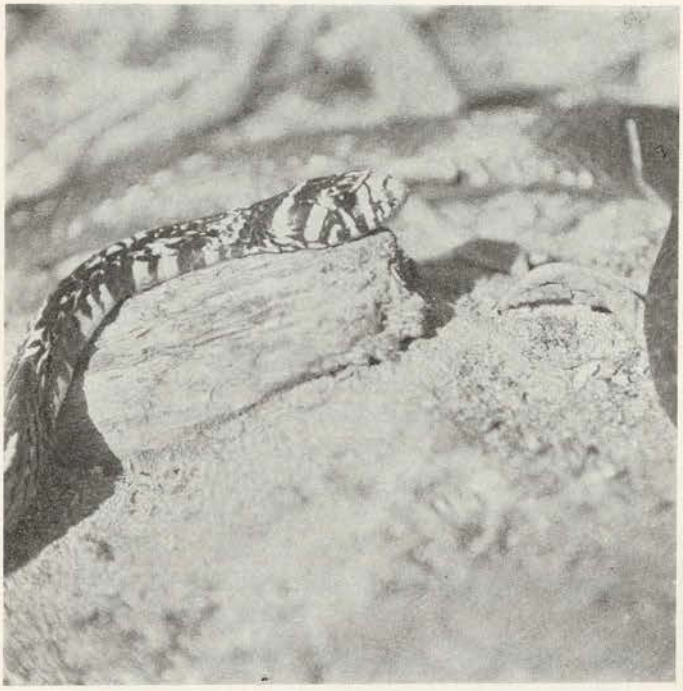
8. *Xenodon severus*. "Sapa". Sierra de La Macarena (Meta), Alto Guayabero, marzo 13, 1959. Ejemplar juvenil; 42.0 centímetros. Infla en cuello lateralmente, así se observan las líneas y la mancha central blancas sobre un fondo pardo oscuro.



9. *Philodryas viridissima*. "Lora". Río Acacías (Meta), agosto 7, 1961. Serpiente semiacuática; 1.05 metros.



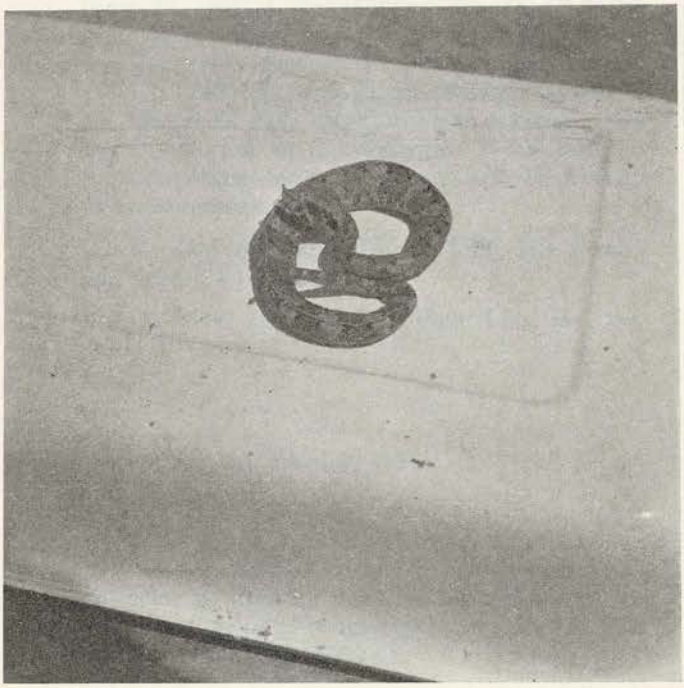
10. *Leptophis ahaetulla occidentalis*. Junquillo (Córdoba), caño Betancí, afluente del Sinú, octubre 19, 1956. "Cazadora verde"; un metro; vista lateral de la cabeza.



11. *Spilotes pullatus pullatus.* "Tigra, Toche". Río Uré (Córdoba), afluente del San Jorge, febrero 11, 1963; 2.70 metros. Vista de la cabeza.



12. *Pelamis platurus.* "Serpiente marina". Isla Gorgona (Cauca), febrero 23, 1961; 50.2 centímetros. La cola está comprimida lateralmente; ofidio venenoso, abundante en el Pacífico.



13. *Bothrops nasuta.* "Cabeza de candado". Río Calima (Valle), enero 12, 1960. Ejemplar juvenil, 32.0 centímetros. El hocico notablemente proboscidiforme es característico para esta especie venenosa y confinada a la costa del Pacífico.

Género *Leptophis* Bell, 1825.

Serpientes "Cazadoras" o "Bejuquillas" de color verde brillante o azuloso; terrestres y arborícolas; crecen hasta 1.20 metros aproximadamente y se alimentan principalmente de lagartos y ranas.

Especies:

1. *L. ahaetulla bocourti* Boulenger, 1898. En Colombia encontrada solamente en la Isla Gorgona, sur, monte frente a la Isla Gorgonilla, 30 m. alt., febrero 1, 1961, F. Medem y Alejandro Góngora (ICN Nº 392).

2. *L. ahaetulla chocoensis* Oliver, 1942. *Terra typica:* Peña Lisa, río Condoto. Río San Juan y Puerto Pizarro, desembocadura del río Baudó.

3. *L. ahaetulla copei* Oliver, 1942. *Terra typica:* Paratipos de Cararú, desembocadura del caño Carurú, afluente del Vaupés arriba del raudal Yuruparí.

4. *L. ahaetulla nigromarginatus* (Günther), 1886. Leticia (Am.).

5. *L. ahaetulla occidentalis* (Günther), 1859. Los Mangos (Valle); Medellín; Guamo (Tolima); Apulo (Cund.); Sasaima; Muzo, Cúcuta, Bonda (Magd.), Aracataca (Magd.), Ciénaga Grande, Barranquilla.

6. *L. ahaetulla ortoni* Cope, 1876. La Pedrera, Bajo Caquetá; Morelia, Alto Orteguaza; Villavicencio.

7. *L. cupreus* (Cope), 1868. Especie nunca considerada como válida por razones desconocidas, hasta que Peters & Orcés (1960), comprobaron su estado específico. Existen tres ejemplares, determinadas por Peters, uno de los autores: Caño Itilla (Vaupés), marzo 13, 1958, F. Medem, (ICN Nº 191). La Macarena, sur, Alto Guayabero; febrero 13, 1959, J. Hernández Camacho, (ICN Nº 347). Alto Guayabero, Angostura Nº 1, frente a La Macarena, febrero 13, 1959, Pablo Bernal, (ICN Nº 390). Se trata de un elemento faunístico del Amazonas, cuya distribución se extiende hasta la vertiente sur de La Macarena, lo que también pasa con otros elementos de la fauna del Amazonas propiamente dicho.

8. *L. depressirostris* (Cope), 1860. Isla Gorgona; litoral del Pacífico.

9. *L. riveti* Despax, 1911. Peña Lisa, río Condoto.

Género *Liophis* Wagler, 1930.

Especies:

1. *L. cobella* (L.), 1758. Arboledas (N. de Sant.), 1070 m. alt.; Santa Librada (N. de Sant.); Villavicencio; La Pedrera. Localidades nuevas: Pasto; Obando (Cauca); Fusagasugá (Cund.); fide Valdivieso & Tamsitt (1963 a).

2. *L. purpurans* (Duméril & Bibron), 1854. Pto. Asís (Putumayo).

Género *Lygophis* Fitzinger, 1843.

Especies:

1. *L. boursieri* (Jan), 1867. Ricaurte (Nariño), a 78 kms. al occidente de Pasto, 1300 m. alt., K. v. Sneidern. Comprende el primer hallazgo de esta especie en Colombia; era únicamente conocida del Ecuador. (Meyers, 1966).

2. *L. lineatus* (L.), 1758. "Guardacamino". Común en la costa del Atlántico; Barrancabermeja; Villavicencio; San Martín (Meta); San José del Guaviare (Vaupés).

Género *Masticophis* Baird & Girard, 1853.

Especie:

1. *M. mentovarius centralis* Roze, 1953. *Terra typica:* Maicao (Guajira), Colombia, abril 16, 1941; Wetmore, Carriker, Jr. y F. Carlos Lehmann, encontrada en el buche de una ave rapaz *(Buteo albicaudus colonus,* fide Lehmann, 1964, comunicación personal); (Medem, 1965, p. 331). Confinada a la Guajira; constituye el único representante de este género norte y centroamericano en la América del Sur.

Género *Ninia* Baird & Girard, 1853.

Especie:

1. *N. atrata* (Hallowell), 1845. Serpiente pequeña, subterránea; en todo el país en la Tierra caliente

Género *Nothopsis* Cope, 1871. Monotípico.

Especie:

1. *N. rugosus* Cope, 1871. Agua Clara, Río Tamaná (Chocó), afluente del San Juan; Sierra del Baudó, 1000 m. alt. Serpiente pequeña y por su aspecto confundida con la "Mapaná" *(Bothrops atrox),* muy escasa.

Género *Pliocercus* Cope, 1860. Monotípico.

Especie:

1. *P. euryzonus euryzonus* Cope, 1862. *Terra typica:* Río Truandó, Nueva Granada. Sonsón, Yarumal, Santa Rosa de Osos (Ant.); Neiva (Huila), Cimitarra (Sant.), Muzo, Paime, río Uré (Córdoba).

Género *Pseudoeryx* Fitzinger, 1826.

Especie:

1. *P. plicatilis* (L.), 1758. Semiacuática; en Colombia hallada únicamente en un pantano situado en la vecindad de Popayán; descrito por Dunn (1944 i, p. 71), como *Hydrops lehmanni,* un error corregido por Roze (1956).

Género *Pseustes* Fitzinger, 1843.

Especies:

1. *P. poecilonotus polylepis* (Peters), 1867. "Cazadora". Hoyas del Amazonas y Orinoco.

2. *P. poecilonotus shropshirei* Barbour & Amaral, 1924. Costas del Pacífico y Atlántico; Valle del Magdalena; Isla Gorgona.

3. *P. sulphureus sulphureus* (Wagler), 1824. Hoya del Amazonas; un solo ejemplar de La Macarena, sur, Alto Guayabero, cerca del campamento Nº 1, febrero 22, 1959, C. A. Velásquez, (ICN Nº 393).

Rossman & Williams (1966), obtuvieron una hembra de *P. sulphureus sulphureus,* enviada desde Leticia (Am.) y posiblemente capturada en la vecindad, aunque sin localidad exacta; midió 2939 mm. total, cabeza - cuerpo: 2131 mm., cola: 807 milímetros. Los mismos autores indicaron que esta especie no ha sido nunca registrada en Colombia.

Los representantes del género *Pseustes* comprenden ofidios gruesos de una longitud considerable. Hemos coleccionado (enero 15, 1951), entre los caños Guapaya y Guapayita, La Macarena, norte, una hembra de *P. poecilonotus polylepis,* que tenía las siguientes dimensiones: total: 2762 mm.; cabeza-cuerpo: 2129 mm.; cola: 633 mm.; y grosor: 131 milímetros. Su contenido estomacal consistía en las cáscaras blancas de un huevo, evidentemente de un ave, y plumas negras de un ave pequeña indeterminada. El género *Pseustes* es aparentemente más escaso al este de la Cordillera Oriental que los géneros *Chironius* y *Spilotes.*

Género *Rhadinea* Cope, 1863.

Serpientes pequeñas, subterráneas y poco abundantes en Colombia. La nomenclatura está todavía en un estado de confusión. Mientras Dunn (1944 d), aplica el nombre de *Rhadinea,* Roze (1958, 1964), está en favor de *Urotheca* Bibron, 1843. El primer autor indica que el género *Urotheca* ha sido usado para ambos géneros de *Rhadinea* y *Pliocercus,* y que el tipo de *Urotheca* no está bien establecido.

En cambio, Roze examinó el tipo de *Urotheca* en el Museo de Historia Natural de París, y le pareció ser congenérico con *Rhadinea vermiculaticeps* Cope, 1863, el género-tipo de *Rhadinea;* por esta razón prefiere el uso tentativo del nombre genérico *Urotheca;* según el mismo autor, una revisión está en preparación.

Especies:

1. *R. antioquiensis* Dunn, 1943. *Terra typica:* San Pedro (Ant.), 2560 m. alt., solamente conocida de la localidad típica.

2. *R. brevirostris* (Peters), 1863. La Pedrera (Am.).

3. *R. lateristriga lateristriga* (Berthold), 1859. *Terra typica:* Provincia de Popayán, Nueva Granada. Purnio (Ant.), antigua mina de oro al oeste de La Dorada, valle del Magdalena; Bucaramanga.

4. *R. pachyura fulviceps* Cope, 1886. Purnio; San Joaquín (Caldas); San Vicente de Chucurí (Sant.); Muzo.

Nota: Rhadinea decorata (Günther), 1858, descrita de México, ha sido registrada de Purnio por Werner (1899); es evidentemente un error y *decorata* no ha sido nunca hallada en Colombia; se trató de *Rhadinea pachyura fulviceps* incorrectamente identificada (Dunn, 1944 d, p. 492).

Género *Scaphiodontophis* Taylor & Smith, 1943.

Especie:

1. *S. venustissimus* (Günther), 1894. Muzo (Amaral, 1932 b). Un ejemplar (ICN Nº 23), procedente de la hacienda "El Trianón", Mun. de S. V. de Chucurí (Sant.), 300-400 m. alt., agosto 12, 1957, Jorge Hernández Camacho.

Es por su coloración, desde la cabeza hasta la tercera parte del cuerpo muy parecida a una "coral" *(Micrurus),* y de este sector hasta el extremo posterior de la cola de color carmelita-claro con líneas paralelas longitudinales, formadas por pequeñas manchas negras. Esta coloración y otras características morfológicas corresponden más bien a *S. annulatus annulatus* (Duméril & Bibron, 1854); por falta de material comparativo no es posible de identificarla correctamente.

El género *Scaphiodontophis* es centroamericano y conocido desde México hasta la zona del Canal de Panamá, y, evidentemente, muy escaso en Colombia.

Género *Sibon* Fitzinger, 1826.

Especies:

1. *S. nebulata nebulata* (L.), 1758. Sierra Nevada de Santa Marta, La Concepción; San Lorenzo; Río Frío; Santa Rosa (Bol.), al S. de Cartagena hacia el Canal del Dique; Muzo, Villavicencio.

2. *S. nebulata hartwegi* Peters, 1960. *Terra typica:* Barrancabermeja (Sant.). Río Porce (Ant.), fluente del Nechí; Medellín; Paime; Sasaima.

3. *S. nebulata leucomelas* (Boulenger), 1896. *Terra typica:* Buenaventura, W. F. Rosenberg. Litoral del Pacífico; Andagoya.

4. *S. nebulata popayanensis* Peters, 1960. *Terra typica:* Popayán, enero 1947, K. v. Sneidern. Moscopán; Tierradentro (Cauca).

Género *Spilotes* Wagler, 1830.

Especie:

1. *S. pullatus pullatus* (L.), 1758. "Tigra, Toche". Color amarillo y negro brillante por lo general; la población procedente del Bajo Magda-

lena es amarilla clara con pocas zonas negras; arborícola y terrestre; se alimenta de ranas, lagartos, aves y pequeños mamíferos; es agresiva y se mueve con gran velocidad; de tamaño mayor. Un macho, procedente del río Uré (Córdoba), afluente del San Jorge, febrero 11, 1963, C. A. Velásquez, midió en total 2700 milímetros; cabeza-cuerpo: 1990 mm.; cola: 710 mm. Relativamente común en todo el país.

Género *Synophis* Peracca, 1896.

Especie:

1. *S. lasallei* (Nicéforo María), 1950. *Terra typica:* Al norte de Albán (Cund.), 2200 m. alt., aproximadamente, a 60 kms. al noroeste de Bogotá, Cordillera Oriental, vertiente occidental. En Colombia conocida solamente de la localidad típica; comprende una especie muy rara y registrada de las zonas montañosas de Colombia y Ecuador.

Género *Tretanorhinus* Duméril & Bibron, 1854.

Especie:

1. *T. taeniatus* Boulenger, 1903. Conocida solamente por dos ejemplares, el tipo procedente de la costa del Pacífico del Ecuador, y otro hallado en la zona de manglares alrededor de Buenaventura; se desconocen su distribución geográfica y costumbres; evidentemente, es una serpiente acuática o semiacuática y su habitat consiste en zonas inundadas por el agua salobre.

Género *Xenodon* Schlegel, 1837.

Especies:

1. *X. rhabdocephalus* (Wied), 1825. "Sapa". En todo el país, desde el Chocó hasta el Amazonas.

2. *X. severus* (L.), 1758. "Sapa". Hoyas del Amazonas y Orinoco. Su habitat consiste en regiones húmedas, *v. gr.*, monte, pasto cerca de las lagunas, pantanos y rastrojo denso. Se alimenta de ranas y sapos *(Bufo marinus)*. Un macho, procedente de Villavicencio, septiembre 12, 1967, Carlos A. Velásquez, midió en total 1330 mm.: cola: 170 milímetros. El color de los adultos es pardo claro uniforme, mientras los juveniles en diferentes estados de desarrollo tienen colores muy distintos: los más pequeños son oscuros, con zonas transversales claras y, cuando aplanan la nuca lateralmente, aparece un diseño blanco sobre el pardo oscuro que consiste en una mancha en el centro y un par de zonas laterales; los juveniles de tamaño mayor son amarillentos con barras transversales oscuras y no tienen el mencionado diseño nucal.

Grupo II. *Opisthoglypha.*

Los ofidios opistoglifos poseen un par de dientes maxilares posteriores acanalados y su veneno es efectivo para paralizar su presa, en cambio, no forma un peligro para el género humano.

Género *Apostolepis* Cope, 1861.

Especie:

1. *A. nicefori* Amaral, 1935. *Terra typica:* La Pedrera (Am.), Bajo Caquetá.

Género *Clelia Fitzinger*, 1826.

Especies:

1. *C. clelia clelia* (Daudin), 1803. "Cazadora negra, Chonta". Crece hasta unos tres metros y se alimenta exclusivamente de otras serpientes, entre ellas también de la "Mapaná" *(Bothrops);* por esta razón está protegida por la ley en el Brasil, en cambio, en Colombia no existe ninguna protección para ésta y otras serpientes útiles. Los juveniles se distinguen de los adultos por su color rojo de la parte dorsal del cuerpo y cola, negro de la cabeza y blanco amarillento de la nuca, muy parecido a la coloración de los adultos de *Pseudoboa neuwiedi;* en cambio, los adultos son de color negro brillante uniforme. Se encuentra en todo el país, inclusive en la Isla Gorgona.

2. *C. clelia scytalina* (Cope), 1866. En las tres Cordilleras desde 1500 hasta 2000 metros aproximadamente.

Género *Coniophanes* Cope, 1860.

Especies:

1. *C. fissidens fissidens* (Günther), 1858. Medellín, Jericó, Segovia (Ant.), y Barichara (Santander).

2. *C. fissidens andresensis* Bailey, 1937. *Terra typica:* San Andrés, isla, conocida solamente de la localidad típica.

Género *Erythrolamprus* Wagler, 1830.

Los representantes son muy parecidos a las "Corales" del género *Micrurus;* su color consiste en anillos negros en pares, rojos y amarillos blancuzcos.

Especies:

1. *E. aesculapii aesculapii* (L.), 1758. "Coral". Se alimenta de ranas, lagartos y de otras serpientes. Existe en todo el país.

2. *E. aesculapii bizonus* Jan, 1863. Se encuentra en todo el país.

3. *E. mimus mimus* (Cope), 1868. Alto Putumayo y Caquetá.

4. *E. mimus micrurus* Dunn & Bailey, 1939. Andagoya; río San Juan; Bajo Calima, enero 1959,

I. Cabrera (ICN Nº 310); Malta, 33 kms. de Pto. Salgar (Cund.), río Magdalena, abril 15, 1960, Horst Schimmer y Ernesto Osorno Mesa (ICN Nº 84).

Género *Imantodes* Duméril & Bibron, 1853.

Serpientes delgadas y arborícolas; se alimentan principalmente de lagartos.

Especies:

1. *I. cenchoa cenchoa* (L.), 1758. "Bejuquilla". Se encuentra en todo el país.

2. *I. inornatus* (Boulenger), 1896. Bajo Calima, campamento "Cartón de Colombia", a 7 kms. de distancia del río en dirección a Buenaventura, 1960, I. Cabrera (ICN Nº 398); no existe ninguna otra localidad exacta en Colombia, que yo sepa.

3. *I. lentiferus* (Cope), 1894. Dos ejemplares (ICN Nos. 172, 194) procedentes del Caucayá, afluente del Putumayo en la vecindad de Puerto Leguízamo, coleccionados por Santiago Rengifo y Roberto Jaramillo, sin fecha, y noviembre 16, 1948, respectivamente. Son los únicos hallados en el país, que yo sepa.

Género *Leptodeira* Fitzinger, 1843.

Ofidios confundidos con la "Mapaná" *(Bothrops atrox)*, debido a su diseño dorsal, que consiste en manchas y barras transversales pardo-oscuras sobre un fondo carmelita claro; se alimentan de ranas, igual a los *Bothrops* juveniles y por esta razón se encuentran a veces juntos en la orilla de los caños y pozos; como ambas son nocturnas, se confunden fácilmente; lo hemos observado varias veces en el río Piedras y otros ríos al E de Santa Marta en 1965.

Especies:

1. *L. annulata annulata* (L.), 1758. Principalmente al oriente de la Cordillera Oriental.

2. *L. annulata ashmeadi* (Hallowell), 1845. "Mapaná de rabo seco" (Sic). Sierra Nevada de Santa Marta; río Ranchería; Catatumbo.

3. *L. annulata rhombifera* (Günther), 1872. Posiblemente en el norte del Chocó, registrada de Panamá.

Nota: Hasta la fecha se encontraron solamente híbridos entre *rhombifera* y *ashmeadi* en Colombia, *v. gr.* entre Sautatá (Chocó), Bajo Atrato; Turbo (Ant.); Isla Fuerte (Córdoba); Santa Marta y Honda (Duellman, 1958).

4. *L. septentrionalis ornata* (Bocourt), 1844. Litoral del Pacífico, valle del Atrato, Cali, Villa Arteaga (Ant.), plantación de caucho en la región de Mutatá, carretera al mar de Medellín a Turbo; río Nechí (Ant.), afluente del Cauca; valle del Magdalena hasta Honda, Cúcuta.

Nota: Un ejemplar (ICN Nº 1497), La Unión (Nariño), 1745 m. alt., al occidente de Pasto, septiembre 15, 1962, Luis Eduardo Mora, en matorrales secos, constituye un híbrido entre *L. septentrionalis ornata* y *L. septentrionalis lacrorum* Schmidt & Walker, 1943, una subespecie no conocida de Colombia, sino del Ecuador.

Género *Oxybelis* Wagler, 1830.

Serpientes arborícolas muy delgadas y de hocico puntiagudo; se alimentan de lagartos *(Anolis)*.

Especies:

1. *O. aeneus aeneus* (Wagler), 1824. "Bejuca, Bejuquilla". Existe en todo el país. Sinónimo: *O. acuminatus* (Wied), 1825.

2. *O. argenteus* (Daudin), 1803. Hoyas del Orinoco y Amazonas.

3. *O. brevirostris* (Cope), 1861. Litoral del Pacífico; Chocó; cuatro ejemplares (ICN Nos. 395, 399, 403, 407), procedentes del Bajo Calima, 1960, I. Cabrera.

4. *O. fulgidus* (Daudin), 1803. Hoyas del Orinoco y Amazonas. Lago "El Dorado", Alto Vaupés; un ejemplar procedente de los alrededores de Villavicencio, septiembre 1967. Héctor Escobar, colección del Colegio Francisco José de Caldas, midió 1760 mm. total: cola: 595 milímetros.

Género *Oxyrhopus* Wagler, 1830.

Especies:

1. *O. formosus* (Wied), 1820. "Coral". Hoya del Amazonas.

2. *O. melanogenys* (Tschudi), 1845. Generalmente del Alto Amazonas y sus afluentes; un solo ejemplar (ICN Nº 81) de Cimitarra (Sant.), río Guaytavita, afluente del Carare, 750 m. alt., 1948, Leopold Richter. Hemos comprobado que se trata de éste con los *melanogenys* depositados en el Field Museum of Natural History en Chicago (CNHM Nos. 40228-29; 40641-43).

3. *O. petola petola* (L.), 1758, p. 225, Nº 299. Sinónimos: *O. petolarius* (L.), 1758, p. 225, Nº 314. *Oxyrhopus sebae* Duméril & Bibron, 1854. Costa del Atlántico; valle del Magdalena.

4. *O. petola semifasciatus* (Tschudi), 1845. Hoyas del Amazonas y Orinoco, *v. gr.* Villavicencio.

Género *Philodryas* Wagler, 1830.

Especie:

1. *P. viridissima* (L.), 1758. "Lora". Hoyas del Amazonas y Orinoco. Un ejemplar (ICN Nº 1222) procedente del río Acacías (Meta), 502 m. alt., marzo 1958, Carlos A. Velásquez, dentro de plantas acuáticas flotantes de un caño; vivía en cautividad hasta diciembre 1, 1961; era virtualmente acuática y se alimentó exclusivamente de ra-

nas *(Hyla labialis)* en Bogotá. Recién capturada midió entre 300 y 400 milímetros; en 1961 tenía las siguientes dimensiones: total: 1.052 mm.; cabeza-cuerpo: 759 mm.; cola: 293 mm.; sexo: hembra. Durante todo el tiempo nunca se amansó sino que permaneció muy agresiva.

Género *Pseudoboa* Schneider, 1801.
Especies:

1. *P. coronata* Schneider, 1801. "Coral". Hoyas del Amazonas y Orinoco. Se alimenta de lagartos *(Ameiva,* etc.).

2. *P. neuwiedii* (Duméril & Bibron), 1854. "Coral macho". Litoral del Caribe; valle del Magdalena; posiblemente en los Llanos Orientales.

Género *Rhinostoma* Duméril & Bibron, 1854.
Sinónimo: *Phimophis* Cope, 1860. Monotípico.
Especie:

1. *R. guianense* (Troschel), 1848. "Víbora". Subterránea. Común en la costa del Caribe; se encuentra desde las zonas arenosas de la orilla del mar, especialmente en los cocales, hasta unos 500 metros de altura; se alimentan de lagartos *(Gonatodes albogularis fuscus,* etc.) y ranas; son nocturnos. También están presentes en los Llanos Orientales; un ejemplar (ICN Nº 97), procedente de Villavicencio, junio 21, 1960, C. A. Velásquez.

Género *Rhinobothryum* Wagler, 1830.
Especies:

1. *R. bovallii* Andersson, 1916. "Coral". Especie muy rara. Chocó; litoral del Caribe; un ejemplar (ICN Nº 112), procedente de Landázuri (Sant.), 800-900 m. alt., L. Richter, sin fecha.

2. *R. lentiginosum* (Scopoli), 1785. Hoyas del Amazonas y Orinoco. Muy rara y de hábitos desconocidos; aparentemente arborícola, fide Amaral (1935, p. 130, Lista remisiva..., *Vol. 10).*

Género *Siphlophis* Fitzinger, 1843.
Especies:

1. *S. cervinus cervinus* (Laurenti), 1768. Serpiente arborícola, muy rara; se alimenta de pequeños moluscos, fide Amaral (1929, p. 97). Un ejemplar (ICN Nº 96), procedente de Soratama, campamento cauchero, Alto Apaporis, unas 5 horas arriba de la desembocadura del río Cananarí, abril 19, 1952, F. Medem; a las 5:30 p. m., encima de una palizada en la orilla del río.

2. *S. cervinus geminatus* (Duméril & Bibron), 1854. Chocó; Panamá; Bajo Amazonas, fide Amaral (1929, p. 76).

Género *Stenorhina* Duméril & Bibron, 1853.
Monotípico.
Especie:

1. *S. degenhardti degenhardti* (Berthold), 1846. *Terra typica:* Provincia de Popayán, Nueva Granada, col: Degenhardt. Desde el Chocó hasta el Catatumbo; subterránea y bastante escasa.

Género *Tantilla* Baird & Girard, 1853.
Serpientes pequeñas, subterráneas; varias especies parecidas a las "corales".
Especies:

1. *T. alticola* (Boulenger), 1903. *Terra typica:* Santa Rita (Ant.), al N de Medellín, 1487 m. alt.

2. *T. longifrontalis* (Boulenger), 1896. *Terra typica:* Cali.

3. *T. melanocephala* (L.), 1758. Existe en todo el país.

4. *T. nigra* (Boulenger), 1914. *Terra typica:* Peña Lisa, Condoto.

5. *T. semicincta* (Duméril & Bibron), 1854. "Coral", "Coral macho". Litoral del Caribe; valle del Magdalena; Cúcuta.

Género *Thamnodynastes* Wagler, 1830.
Especie:

1. *T. pallidus* (L.), 1758. "Guardacamino". Litoral del Caribe; frecuentemente confundida con el "Patoco" *(Bothrops lansbergi):* Valle del Magdalena; Llanos Orientales.

Género *Tripanurgos* Fitzinger, 1843. Monotípico.
Sinónimo: *Trypanurgos* Tschudi (1845, p. 55; Fauna Peruana...).
Boulenger (1896, p. 58; Catal. *Vol. III),* igualmente escribió *Trypanurgos.*
Especie:

1. *T. compressus* (Daudin), 1803. De cuerpo comprimido; arborícola (Amaral, 1935, p. 129, Lista remisiva..., *Vol. 10);* crece hasta un metro aproximadamente. Hoyas del Amazonas y Orinoco; Landázuri (Sant.), sin fecha, L. Richter, (ICN Nº 105); río Saija (Valle), costa del Pacífico, 1958, K. v. Sneidern (ICN Nº 1524); Andagoya, Alto San Juan (Chocó), fide Dunn (1944 k). El contenido estomacal de un ejemplar procedente de Villavicencio consistía en un lagarto arborícola juvenil *(Enyalioides laticeps festae. Iguanidae),* fide Nicéforo M. (1933).

2. *T. leucomelas* (Werner), 1916. Moscopán (Cauca), fide Downs (1961).

Proteroglypha.

Ofidios venenosos que poseen un par de colmillos rígidos, erectos, surcados o acanalados en la parte anterior del maxilar, que funcionan como conductores del veneno. El veneno está almacenado en un par de glándulas, una a cada lado del maxilar, conectadas por un conducto con cada colmillo. Estas glándulas son, en realidad, transformadas de glándulas salivales y el veneno no solamente funciona para paralizar o matar la presa, sino también para la predigestión por contener Encimas, etc.

Familia **Hydrophiidae.**

Serpientes marinas de cuerpo comprimido y de cola lateralmente aplanada. El centro de su evolución y dispersión constituye el Océano Indico. Una sola especie ha migrado hacia el Continente Americano y se ha establecido a lo largo de la costa del Pacífico centro-y suramericano, entre Baja California (México) y el golfo de Guayaquil.

Género *Pelamis* Daudin, 1803.

Sinónimo: *Pelamydrus* Stejneger, 1910.

Monotípico.

Especie:

1. *P. platurus* (L.), 1766.

(Mapa 1).

"Culebra del mar". Dorsal negro, ventral amarillo brillante, un diseño irregular amarrillo y negro en la parte lateral de la cola. Crece hasta unos 800 milímetros; se alimenta de peces, especialmente de anguillas; es vivípara.

Sobre la reproducción existen las siguientes observaciones: hemos encontrado en enero 30, 1961, en la Isla Gorgona, una hembra de 737 milímetros de largo, la cual tenía dos pequeños embriones de color blanco; febrero 23, 1961, otra procedente de la misma localidad con cinco embriones de color negro y amarillo, es decir, ya en un estado de desarrollo avanzado y, aparentemente, listos para nacer. Gerardo Reichel-Dolmatoff coleccionó, en febrero de 1961, en Cabo Marzo (Chocó), un ejemplar de 712 milímetros de longitud total, con seis embriones blancos en diferentes estados de desarrollo.

Evidentemente existe una migración anual o, quizás, las serpientes marinas se amontonan en ciertas regiones durante una temporada definida con fines de procreación. Durante nuestra estadía en la Gorgona-Gorgonilla, de enero 26 a febrero 28, 1961, hemos observado la cantidad de ejemplares botados por la marea a la costa; se aumentó notablemente desde mediados de febrero.

Reichel-Dolmatoff (mayo 13, 1961, in litt.) suministró las siguientes observaciones: "Muy frecuentes de enero a abril de 1961. en Cabo Corrientes, Cabo Marzo y los Morros de Jurubidá (Chocó); poco frecuentes o ausentes en las áreas intermediarias; se observan principalmente cuando el mar está tranquilo, en cantidades enormes, es decir, flotando en extensas regiones, de 10 a 20 kms.^{2} aproximadamente; el agua está prácticamente cubierta por estas serpientes, a veces un ejemplar por cada metro^2.

Los ejemplares adultos y jóvenes se encuentran raras veces en la misma área; más bien existen zonas donde predominan los adultos y otras vecinas donde se hallan los ejemplares juveniles. Hay tres fases de colores, una negra y amarilla, otra verdusca y la tercera parda o parda grisácea".

Pelamis platurus es altamente venenosa, aunque no agresiva y raras veces muerde. Enrique L. Díaz nos ha suministrado los siguientes datos (informe de W. L. Klawe, La Jolla, California, junio 5, 1966, in litt.): "Durante una exploración en relación con el petróleo en la bocana del río Guapi (Cauca), en 1962, una serpiente marina se enredó en el cable submarino y mordió a un hombre, de apellido Orozco, en la mano; éste vomitó y no pudo comer más, y a pesar de inyecciones de suero antiofídico (contra "corales", género *Micrurus*, ya que el veneno es químicamente parecido), murió dentro de doce horas".

Este informe constituye, que yo sepa, el único sobre el efecto letal del mordisco de *P. platurus* en Colombia. Por lo general, los pescadores regionales no se dan cuenta del peligro, mientras consideran otras serpientes inofensivas como altamente venenosas.

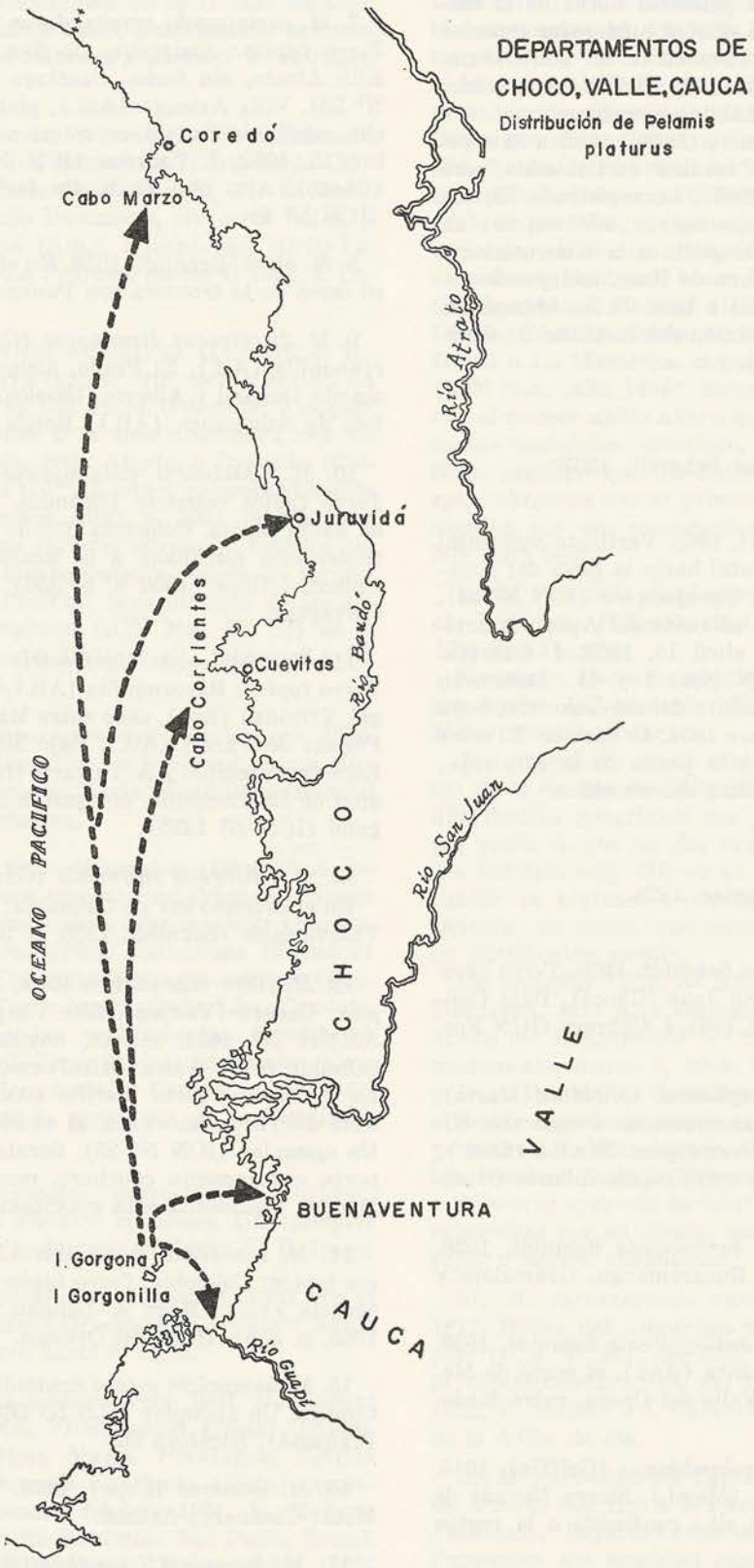
Familia **Elapidae.** Verdaderas corales.

Poseen un par de colmillos en el maxilar; por lo general de colores muy vivos, que consisten en anillos negros, rojos y amarillos brillantes, dispuestos en "ternos", es decir, de tres en tres, *v. gr.* el anillo negro central está separado de los externos por medio de anillos amarillos, de manera que los anillos rojos separan los "ternos"; otras, sin embargo, tienen anillos negros y rojos alternantes, *v. gr.* el "Rabo de ají" *(Micrurus mipartitus).*

Mientras la mayoría de las "corales" miden menos de un metro, *M. surinamensis* alcanza una longitud de 1.50 metros y comprende la especie más grande conocida; *M. lemniscatus; M. mipartitus* y *M. spixi obscurus* crecen también hasta más de un metro. En cambio, *M. dissoleucus nigrirostris* mide solamente hasta 355 milímetros. Que se sepa, todas son ovíparas.

Virtualmente subterráneas, se alimentan de otras serpientes subterráneas, pequeñas (familias *Typhlopidae* y *Leptotyphlopidae);* por lo general,

MAPA 1


DEPARTAMENTOS DE
CHOCO, VALLE, CAUCA
Distribución de Pelamis
platurus
Coredó
Cabo Marzo
Juradó
Cuevitas
Cabo Corrientes
Río Baudó
Río Atrato
Río San Juan
OCEANO PACIFICO
CHOCO
VALLE
BUENAVENTURA
I. Gorgona
I Gorgonilla
CAUCA
Río Guapi
FEP

prefieren un ambiente húmedo y aun se encuentran en las aguas poco profundas de los caños.

Son principalmente nocturnas, pero se asolean con frecuencia en las primeras horas de la mañana. A pesar de que existen numerosas especies de "corales", no se encuentran en abundancia, sino son más bien raras en colecciones, posiblemente debido a sus hábitos secretivos.

Según Karl P. Schmidt (1955), existen 21 especies y subespecies de "corales" en Colombia, pero últimamente Roze (1967), ha registrado 28, entre ellas dos subespecies nuevas; además, hay un cambio considerable respecto a la nomenclatura. Nos referimos a la obra de Roze, incluyendo varias localidades nuevas a base de los ejemplares depositados en la colección del Instituto de Ciencias Naturales (ICN).

Género *Leptomicrurus* Schmidt, 1937.

Especie:

1. *L. narducci* (Jan), 1863. Vertiente occidental de la Cordillera Oriental hacia la hoya del Amazonas, por lo general. Un ejemplar (ICN Nº 24), río Popeyacá (Am.), afluente del Apaporis arriba del Pirá-Paraná, abril 15, 1952, I. Cabrera. Dos ejemplares (ICN Nos. 3 y 4), Amanavén (Guainía), desembocadura del río Guaviare, hoya del Orinoco, septiembre 1951, L. Richter. El color es amarillo y negro y la punta de la cola roja; muy escasa y de hábitos desconocidos.

Género *Micrurus* Wagler, 1824.

Especies:

1. *M. ancoralis jani* Schmidt, 1936. *Terra typica:* Andagoya, río San Juan (Chocó). Bajo Calima, junio 11 y julio 8, 1961. I. Cabrera (ICN Nos. 309, 402, 413, 424).

2. *M. bocourti sangilensis* (Nicéforo María), 1942. Sinónimo: *M. ecuatorianus sangilensis* Nicéforo María, 1942. *Terra typica:* San Gil (Sant.); 1095 m. alt. Regiones entre las Cordilleras Oriental y Central.

3. *M. carinicauda carinicauda* Schmidt, 1936. Catatumbo, Cúcuta, Bucaramanga, Gramalote y Chimacote (Sant.).

4. *M. carinicauda antioquiensis* Schmidt, 1936. *Terra typica:* Santa Rita (Ant.), al norte de Medellín, 1487 m. alt., Valle del Cauca, entre Medellín y Segovia.

5. *M. carinicauda colombianus* (Griffin), 1916. *Terra typica:* Minca (Magd.), Sierra Nevada de Santa Marta, 600 m. alt.; confinada a la región de Santa Marta.

6. *M. carinicauda dumerilii* (Jan), 1858. *Terra typica:* Cartagena (Bol.). Santa Rosa (Bol.), al S de Cartagena hacia el Canal del Dique; Río Frío; Bonda (Magd.), Sierra Nevada de Santa Marta; Catatumbo.

7. *M. carinicauda transandinus* Schmidt, 1936. *Terra typica:* Andagoya, río San Juan. Quibdó, Alto Atrato, sin fecha, Santiago Rengifo (ICN Nº 26). Villa Arteaga (Ant.), plantación de caucho, región de Mutatá, carretera a Turbo, diciembre 15, 1952, I. Cabrera (ICN Nº 9). Istmina (Chocó), Alto San Juan, sin fecha, S. Rengifo (ICN Nº 2).

8. *M. clarki* Schmidt, 1936. En el norte del Chocó cerca de la frontera con Panamá.

9. *M. dissoleucus dissoleucus* (Cope), 1859. Barranquilla (Atl.), El Prado, diciembre 1954, Armando Dugand y Alberto Gieseken (ICN Nº 18). Isla de Salamanca (Atl.); Bonda; Cúcuta.

10. *M. dissoleucus melanogenys* (Cope), 1860. *Terra typica restricta* (Schmidt, 1955): Región de Santa Marta, Colombia. Bonda (Magd.); aparentemente confinada a la localidad típica, sin embargo, Cope (1862 b, p. 356), la registró de Cartagena.

11. *M. dissoleucus nigrirostris* Schmidt, 1955. *Terra typica:* Barranquilla (Atl.), 1897, Fritz Regel. Trinidad (Bol.), caño entre Magangué y Yatí. Palmar de Varela (Atl.), Bajo Magdalena, 1941, Roberto Jaramillo y A. Dugand (ICN Nº 37). Región de Barranquilla, noviembre 5, 1960. A. Dugand (ICN Nº 1225).

12. *M. filiformis filiformis* (Günther), 1859.

En el extremo sur de Colombia; río Putumayo; Villavicencio (Schmidt, 1955, p. 350).

13. *M. filiformis subtilis* Roze, 1967. *Terra typica:* Carurú (Vaupés), Alto Vaupés. *Holotypus:* AMNH Nº 4461, macho, noviembre 1906, H. Schmidt & S. Weiss. Miraflores, Alto Vaupés; La Pedrera; Puerto Nariño (Am.), desembocadura del río Loreto-Yacu, al occidente de Leticia. Un ejemplar (ICN Nº 25), Soratama, Alto Apaporis, campamento cauchero, marzo 2, 1952, F. Medem, representa esta subespecie nueva.

14. *M. hemprichi hemprichi* (Jan), 1858. *Terra typica:* Colombia. *Terra typica emendata:* Venezuela *(vide:* Hoge & Lancini, 1962; Medem, 1965, p. 316). Hoya del Orinoco.

15. *M. hemprichi ortoni* Schmidt, 1953. Río Putumayo. Un ejemplar (ILS Nº 568) de Florencia (Caquetá), Nicéforo M.

16. *M. isozonus* (Cope), 1860. Intendencia del Meta; Casanare; Arauca.

17. *M. langsdorffi langsdorffi* Wagler, 1824. *Terra typica:* Río Yapurá (Brasil), nombre del Caquetá en el Brasil.

Sinónimos: *Micrurus mimosus* Amaral, 1935, río Putumayo. *M. ornatissimus (nec* Jan), Schmidt, 1955, (p. 345), Pto. Asís, Alto Putumayo; La Pedrera. Un ejemplar (ICN Nº 85) de Leticia (Am.), sin otros datos, posiblemente coleccionado por Isidoro Cabrera y Richard E. Schultes, 1952.

18. *M. lemniscatus helleri* Schmidt & Schmidt, 1925. Entre el río Putumayo y Villavicencio (Meta). Dos ejemplares (ICN Nos. 31, 34) de Tarapacá (Am.), Bajo Putumayo, sin otros datos, y del caño Guacayá (Am.), afluente del Miritί-Paraná, arriba de La Pedrera, marzo 4, 1952, I. Cabrera.

19. *M. mipartitus mipartitus* (Duméril & Bibron), 1854. *Terra typica:* "río sucio o senio". La localidad típica es Río Sucio, Colombia, o el pueblo situado frente a la desembocadura del río Truandó (Chocó), Bajo Atrato, o Riosucio (Caldas), 1813 m. alt.; el "río senio" es probablemente el río Sinú (Medem, 1965, p. 300). Según Roze (1967, p. 37), las características del holótipo indican más bien que representa una de las formas de la costa del Pacífico, pero ninguna de las andinas. Dos ejemplares (ICN Nos. 29, 30) de la Isla Gorgona, norte, 10-15 m. alt., febrero 7 y 15, 1961, F. Medem.

20. *M. mipartitus anomalus* (Boulenger), 1896. *Terra typica:* Colombia, sin localidad exacta. Sierra Nevada de Santa Marta; Cordillera Oriental al Este del Magdalena.

21. *M. mipartitus decussatus* (Duméril & Bibron), 1854. *Terra typica:* Probablemente Nueva Granada. Sinónimos: *Micrurus mentalis* (Boulenger), 1896. *Terra typica:* Pallatanga (Ecuador) y Cali (Valle), Colombia. *Micrurus microps* (Boulenger), 1913. *Terra typica:* Peña Lisa, Condoto. *Micrurus mipartitus multiscutatus* Rendahl & Vestergren, 1940. *Terra typica:* El Tambo (Cauca). Cordillera Occidental y Central, al oeste del Magdalena, y en la parte sur de la Cordillera Oriental.

22. *M. nigrocinctus nigrocinctus* (Girard), 1854. Costa del Pacífico chocoano. Un ejemplar (ICN Nº 13) de Andagoya, sin fecha, E. R. Dunn.

23. *M. psyches psyches* (Daudin), 1803. En el oriente de los Llanos Orientales; Comisaría Arauca; probablemente hasta el Meta.

24. *M. psyches medemi* Roze, 1967. *Holotypus:* AMNH Nº 96998, Villavicencio (Meta), Colombia, 1950, Nicéforo María. *Paratypus:* CNHM Nº 74371, macho, río Guatiquía (Meta), vecindad de Villavicencio, febrero 1951, F. Medem; otros en el Instituto Butantan, São Paulo, Brasil, e Instituto La Salle, Bogotá. Un ejemplar (ICN Nº 14), de Villavicencio, sin otros datos, posiblemente coleccionado por E. R. Dunn.

25. *M. spixi obscurus* (Jan), 1872. Los siguientes ejemplares indican una amplia distribución al E de la Cordilllera Oriental: Caucayá (= Puerto Leguízamo), río Putumayo, 4 kms. al N del pueblo, noviembre 16, 1948, R. Jaramillo y L. Richter, (ICN Nº 21). "Corregimiento Morelia", sin otros datos, (ICN Nº 110). Evidentemente se trata de Morelia (Caquetá), río Pescado, afluente del Orteguaza. Caño Guacayá (Am.), afluente del Miritί - Paraná (tributario del Bajo Caquetá), mayo 28, 1952, I. Cabrera, (ICN Nº 133). Mitú (Vaupés), marzo 1958, enviadas por los misioneros Javerianos, (ICN Nos. 248, 250, 261). Amanavén (Comisaría Guainía), bocas del río Guaviare, septiembre 1951, L. Richter, (ICN Nº 12). Laguna del Diablo (Meta), sabana de San Juan de Arama, frente a La Macarena, marzo 1, 1951, F. Medem (ICN Nos. 1438, 1439). Estos dos ejemplares tienen el primer anillo negro, que corre sobre las escamas parietales, completo. Schmidt, (1955, p. 351), registró que los únicos ejemplares de *M. spixi obscurus* con el primer anillo completo conocidos, son dos procedentes de Florencia (ILS Nos. 580, 589).

26. *M. spurrelli* (Boulenger). 1914. *Terra typica:* Peña Lisa (Chocó), río Condoto, afluente del Alto San Juan.

Sinónimo: *Micrurus nicefori* Schmidt, 1955. *Terra typica:* Villavicencio (Cund.); ex errore, (= Meta), Nicéforo María.

Aparentemente existe tanto en el occidente como en el oriente de Colombia, a pesar de que la distribución geográfica nos parece algo extraña por razón de que las dos localidades comprenden dos habitats muy diferentes y, además, están situadas en regiones separadas por la Cordillera Oriental, un hecho, que naturalmente no excluye su distribución amplia.

Un ejemplar (ICN Nº 335) de la Sierra de La Macarena, sur, Alto Guayabero, mesetas áridas arriba del campamento Nº 1, 500 m. alt., aproximadamente, marzo 3, 1959, Carlos A. Velásquez y Jorge Hernández Camacho, cerca de un caño en el monte seco de la región rocosa. Otro ejemplar, procedente de Villavicencio, septiembre 1967, Héctor Escobar, Colegio Francisco José de Caldas.

Micrurus spurrelli es muy parecido a *Micrurus mipartitus* por su diseño, que consiste en anillos rojos y negros alternantes.

27. *M. surinamensis surinamensis* (Cuvier), 1817. Hoyas del Amazonas y Orinoco. Un ejemplar (ICN Nº 36), del Alto Apaporis, arriba de la desembocadura del río Cananarí, enero 28, 1952, F. Medem e I. Cabrera, en el monte cerca de la orilla, de día.

28. *M. putumayensis* Lancini. 1962. *Terra typica:* Puerto Socorro, a 270 kms. al NE de Iquitos, Putumayo, Departamento de Loreto, Perú. Río Putumayo, sin localidad exacta.

Nota: Existe una especie todavía no registrada en Colombia, cuya distribución en el territorio na-

cional es, sin embargo, muy probable: *Micrurus steindachneri steindachneri* (Werner), 1901. *Terra typica:* Ecuador, sin localidad exacta.

Sinónimo: *Micrurus fasslii* (Werner), 1926. *Terra typica:* Colombia, sin localidad exacta. Peters (1960 b, p. 531), manifestó que el tipo de *steindachneri* también sirvió como tipo de *fasslii,* lo que es muy probable, ya que Werner confundió frecuentemente tanto ejemplares como localidades.

Micrurus steindachneri steindachneri se encuentra en la vertiente oriental de Los Andes, en la región Macas - Méndez, Oriente (Ecuador), en la hoya del Amazonas.

Resulta de la obra de Roze (1967, pp. 50-54), que actualmente dos géneros con 28 especies y subespecies de "corales" están registradas de Colombia; eso significa que entre todos los países del Continente Americano es sobrepasado solamente por México, donde se encuentran 31 representantes del género *Micrurus;* en cambio, toda la América Central, desde Guatemala hasta Panamá, tiene 26; Venezuela 13; Brasil 20; Ecuador 17, y el Perú 17, para nombrar solamente el número de las "corales" procedentes de los países vecinos.

Solenoglypha.

Serpientes venenosas que poseen un par de colmillos eréctiles en la parte anterior del maxilar, los cuales son perforados y actúan como una jeringa para inyectar el veneno; son plegables hacia atrás cuando no se emplean; existen, además, uno o varios pares de colmillos plegados, que sirven como reemplazo en el caso de desgaste; los huesos faciales son móviles.

Familia **Crotalidae.**

Ofidios solenoglifos que poseen una fosa facial, situada entre los orificios nasales y el sector ocular, la cual consiste en un par de depresiones, una a cada lado, provistas de una membrana conectada a numerosos terminales nerviosos; estas fosas "loreales" actúan como termodetectores y ayudan a localizar la presa de sangre caliente (aves y mamíferos) en la oscuridad, igual a las fosetas labiales de ciertas Boas arborícolas y terrestres (los géneros *Boa, Epicrates),* ya que tanto las *Crotalidae* como las Boas buscan su alimento de noche (Schmidt & Inger, 1959).

Género *Bothrops* Wagler, 1824.

Especies:

1. *B. atrox atrox* (L.), 1758. "Cuatronarices, Mapaná, Taya equis, Barba amarilla, Boquidorá, etc.". Comprende la especie más común en todo el país.

Su habitat consiste principalmente en las zonas húmedas dentro del monte, aunque se encuentra en áreas rocosas, a larga distancia de las aguas. Los juveniles pequeños hasta unos 600 milímetros, se alimentan de ranas, mientras los más grandes y los adultos, de roedores (Sexton, 1958). Crecen hasta unos 1.50 metros, y en casos excepcionales hasta unos 2.50 metros.

2. *B. atrox asper* (Garman), 1883. En el norte del Chocó. Ambas subespecies poseen una "uña" córnea en la punta de la cola, la cual es, en realidad, una escama alargada y puntiaguda; de ninguna manera la "Mapaná" la utiliza para "inyectar el veneno", una superstición popular que todavía prevalece.

3. *B. bilineatus* (Wied), 1825. "Lora". Arborícola, de cola prensil; color dorsalmente verde; se encuentra en el rastrojo en una altura de 1.50 a 2.0 m., completamente mimetizada dentro de las hojas verdes; conocida del campamento Soratama, Alto Apaporis, abril 1, 1952, F. Medem, (ICN Nos. 1001, 1002); también de la región de Miraflores, Alto Vaupés.

4. *B. castelnaudi* (Duméril & Bibron), 1854. Especie muy rara; conocida de La Pedrera, de Medina y Garagoa, vertiente oriental de la Cordillera Oriental, al este del río Meta.

5. *B. hyoprora* Amaral, 1935. *Terra typica:* La Pedrera (Am.), Bajo Caquetá. "Equis sapa". Un ejemplar (ICN Nº 452), de Salado (Caquetá), vecindad de Puerto Boy, situado en la orilla occidental del río abajo de la hacienda "Curiplaya", noviembre 17, 1958, F. Medem, en un yucal, de día; midió: total 490 mm.; cuerpo-cabeza: 420 mm.; cola: 70 milímetros.

Es corta y gruesa y de hocico proboscidiforme; color amarillento de arena, con pocas barras transversales carmelitas; debido a su coloración es virtualmente invisible dentro de la hojarasca seca. Conocida del río Tiquié (Vaupés) y río Guamués, afluente del Alto Putumayo; muy rara y de hábitos desconocidos.

6. *B. lansbergi lansbergi* (Schlegel), 1841. *Terra typica:* Turbaco (Bol.), 200 m. alt., a 12 kms. de Cartagena hacia el occidente. "Patoco, Patoquilla", corta, gruesa y de hocico proboscidiforme. Existen varias fases de color: negro, gris oscuro con barras negras transversales y laterales, amarillento arena y color de herrumbre; crece hasta unos 700 milímetros y se alimenta principalmente de ranas y lagartos; la cría, entre 9 y 12 ejemplares de unos 100 mm. de largo, nace entre abril y junio. Conocida del litoral del Caribe; río Uré, río Sinú, valle del Magdalena, hasta Santander aproximadamente; los límites exactos de su distribución son desconocidos.

7. *B. lansbergi venezuelensis* Roze, 1959. Península Guajira.

8. *B. nasuta* Bocourt, 1868. "Cabeza de candado, Patoquilla real, Hilván". Crece hasta unos 600

milímetros; gruesa; proboscis del hocico muy pronunciado; color gris claro con barras transversales negras o pardo-oscuras; los juveniles poseen una serie de manchas oscuras laterales, bordeadas por una zona blanca a cada lado y por eso se confunden fácilmente con los ejemplares jóvenes de *B. lansbergi.* Viven en las selvas húmedas de la costa del Pacífico, en el suelo; suben a veces a arbustos hasta un metro de altura aproximadamente, pero no tienen la cola prensil y de ninguna manera son arborícolas, como afirmó Posada Arango (1889, 1909).

9. *B. neglecta* Amaral, 1923. "Rabo de ratón". La Pedrera (Am.). Especie muy rara, selvática y de hábitos desconocidos.

10. *B. punctata* (García), 1896. "Rabo de Chucha". *Terra typica:* "habitat en las montañas del Dagua". De color gris-amarillento o verdusco, con numerosas manchas pardas pequeñas; crece hasta 1.20 metros aproximadamente; semiarborícola; bastante escasa. Conocida del Valle, Quibdó (Chocó), Alto Atrato, Andagoya y Andes (Ant.).

11. *B. schlegeli* (Berthold), 1846. *Terra typica:* Provincia de Popayán, Nueva Granada. "Birrí, Colgadora, Patoco de pestaña". Posee una serie de pequeñas escamas levantadas encima de los ojos, parecidas a pestañas; de cola prensil; arborícola y terrestre; color verdusco o amarillento, salpicado con numerosas manchas oscuras; también existen ejemplares de color amarillo claro. En el litoral del Pacífico, Valle, Cauca, Chocó, Alto Sinú, Territorio Vásquez (Sant.), Muzo, hasta la región del Táchira (Venezuela), al E de Cúcuta. Evidentemente confinada a regiones montañosas.

Género *Crotalus* Linnaeus, 1758.

Especie:

1. *C. durissus terrificus* (Laurenti), 1768. "Cascabel". Es probablemente la serpiente más venenosa en relación con su tamaño; crece hasta 1.50 metros aproximadamente; es vivípara. La "cascabel" en el extremo posterior está formada por una serie de segmentos córneos en forma de anillos embutidos unos dentro de otros, pero flojamente ajustados, cada uno de los cuales comprende el vestigio de una muda de la piel; mudan de cuatro a cinco veces por año. Por esta razón la creencia popular de que cada anillo corresponde a un año es absolutamente errónea. Se alimenta principalmente de roedores, pero también de aves pequeñas. Su habitat consiste en las zonas semiáridas o áridas del litoral del Caribe, Tolima, Huila, Cundinamarca y de los Llanos Orientales.

Género *Lachesis* Daudin, 1803. Monotípico.

Especie:

1. *L. muta muta* (L.), 1766. "Rieca, Verrugosa, Surucucú". Posee las escamas dorsales sobresalientes y fuertemente aquilladas en forma de verrugas; color rosado, con zonas oscuras en forma de una "X"; el extremo posterior de la cola está cubierto por numerosas espinitas y termina en una "uña" córnea y puntiaguda, mucho más pronunciada que en *Bothrops atrox.* Cuando la "Rieca" está excitada, golpea el suelo con la cola, lo que produce un sonido vibrante, aunque diferente a los sonidos típicos producidos por la "cascabel". Según una creencia popular no comprobada, emite también otro sonido muy parecido al cacareo de una gallina. Hemos oído repetidas veces estos "cacareos" fuertes y en intervalos cortos, que duran unos segundos y nunca fueron contestados por otros iguales, de noche en las selvas del Chocó y del Amazonas, donde normalmente existe *Lachesis muta,* pero nunca hemos hallado el origen del sonido. Los únicos ofidios conocidos que producen sonidos vibrantes son varios representantes del género norteamericano *Pituophis* que poseen una membrana adherida a la epiglotis, la cual vibra cuando se expulsa el aire del pulmón espirando (Goin & Goin, 1962, p. 116). Crece hasta unos cuatro metros en casos extremos y representa la segunda de las serpientes venenosas más grandes del mundo; únicamente la sobrepasa la "cobra real" asiática *(Ophiophagus hanna),* que alcanza una longitud de 5.40 metros.

Su habitat consiste en lugares húmedos dentro de la selva o las vertientes de las Cordilleras; se encuentra con frecuencia en los huecos de los roedores silvestres, *v. gr.* "Guatinaja" "Ñeque, etc." (Género *Dasyprocta);* es nocturna y se alimenta de roedores. Es más bien escasa y de hábitos desconocidos debido a la falta de observaciones hechas con ejemplares en su ambiente natural; a menudo se encuentran en pares, por lo general macho y hembra, pero nunca se han hallado ejemplares juveniles pequeños, que yo sepa.

Comprende el único representante de la familia *Crotalidae,* que es ovíparo; pone hasta unos 11 huevos en los troncos podridos de los árboles, cerca de los caños, y la hembra proteje el nido, según informes de los nativos, aún no comprobados.

Amaral (1936), registró la postura de huevos por un ejemplar de 1.94 metros, procedente de Marahú, Bahía, Brasil, en diciembre 6, 1921; puso 11 huevos subelípticos, blancos o ligeramente amarillentos; midieron de 80.0 mm. a 40.0 milímetros de longitud. Schweizer (1956), informó sobre el único caso de que *Lachesis muta* aceptó alimentación en cautividad, que yo sepa: un ejemplar, procedente del Brasil y comprado en septiembre 20, 1955, midió 1.60 metros; en enero 9, 1956, ya tenía 1.95 metros de longitud. En octubre 1, 1955, se alimentó de ratones (género *Microtus)* a las 10:00 p. m.; noviembre 3, 1955, otra vez de

día pero en un lugar oscuro; por última vez se alimentó de dos *Microtus* en enero 17, 1956, pero más tarde murió, sin haber aceptado alimento.

Paleontología.

Nuestro conocimiento sobre las serpientes fósiles está todavía bastante limitado, debido a las circunstancias de que los huesos craneales son delgados y flojamente conectados entre sí; después de la muerte del ejemplar se dispersan y se pierden, lo que dificulta la fosilización de un organismo entero; usualmente se encuentran las vértebras sólidas preservadas en un estado identificable. En Colombia, las vértebras de ofidios han sido encontradas en el sitio *La Venta* (Huila), formación Honda del Mioceno Superior (Stirton, 1953); faltan todos los demás datos.

Los ofidios evolucionaron indudablemente de ciertos grupos de lagartos y, muy probablemente, de los *Dolichosauridae,* una familia de saurios relativamente pequeños conocidos del Cretáceo Inferior, de forma alargada y con las extremidades y cinturas ya reducidas. El primer hallazgo de serpientes propiamente dichas comprende representantes parecidos a las *Boidae* del Cretáceo Superior de Patagonia (familia *Dinilysiidae).* Entre las familias actualmente existentes, las *Boidae* se conocen desde el Eoceno y las *Colubridae, Elapidae* y *Viperidae* desde el Mioceno.

El número total de ofidios encontrados en Colombia hasta la fecha, es el siguiente:

FAMILIA	Géneros	Especies y Subespecies
Typhlopidae	4	8
Leptotyphlopidae	1	7
Aniliidae	1	1
Boidae	6	11
Colubridae	50	158
Hydrophiidae	1	1
Elapidae	2	29
Crotalidae	3	13

Se conocen 68 géneros con 228 especies y subespecies de serpientes colombianas, entre ellas 6 géneros con 43 especies y subespecies de ofidios venenosos, que se dividen en los siguientes grupos:

1. *Hydrophiidae* (serpiente marina) 1
2. *Elapidae* (verdaderas corales). 29
3. *Crotalidae:*
   a) Género *Bothrops* (Mapaná) 11
   b) Género *Crotalus* (Cascabel) 1
   c) Género *Lachesis* (Rieca) 1

CONCLUSION:

Según nuestro conocimiento actual, todavía incompleto, se han registrado los siguientes órdenes, géneros y especies hasta la fecha:

Amphibia.

ORDEN	Géneros	Especies y Subespecies
Apoda (Tatacoas)	5	18
Caudata (Salamandras)	2	12
Anura (Ranas y Sapos)	35–36	225 aprox.

Reptilia.

ORDEN	Géneros	Especies y Subespecies
Testudinata (Tortugas)	14	36
Crocodylia (Caimanes, etc.)	4	8
Sauria (Lagartos)	47	144
Serpentes (Ofidios)	68	228

Eso comprende un número total de 43 géneros con 255 especies y subespecies de anfibios y de 133 géneros con 416 especies y subespecies de reptiles.

Por consecuencia, la herpeto-fauna de Colombia está representada por 176 géneros con 671 especies y subespecies.

AGRADECIMIENTOS

Me es grato expresar mi sincera gratitud a los siguientes colegas y otras personas que me brindaron su amplia colaboración: Prof. Dr. Juan Herkrath, Decano Facultad de Ciencias, Universidad Nacional; Prof. Dr. Luis Eduardo Mora-Osejo, Director del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional; Prof. Gerardo Reichel-Dolmatoff, Director del Instituto de Antropología, Universidad de Los Andes, Bogotá, D. E.; Dr. Enrique L. Díaz, Jefe Departamento de Investigaciones Ictiológicas y Faunísticas, C.V.M., Cartagena; Dr. James A. Peters, Curator of Reptiles

and Amphibians, USNM; Dr. Ernest E. Williams, Curator, Department of Herpetology, MCZ; Mr. Benjamin Shreve, Research Associate, Department of Herpetology, MCZ; Dr. Coleman J. Goin, Prof., Department of Biology, University of Florida, Gainesville; Dr. Thomas M. Uzzell, Jr., Department of Biology, University of Chicago; Dr. Charles M. Bogert, Curator, Department of Herpetology, AMNH; Dr. Jánis A. Roze, Research Associate, Department of Herpetology, AMNH; Dr. Hymen Marx, Associate Curator, Department of Herpetology, FMNH; Dr. Philip Hershkovitz, Research Curator, Department of Mammalogy, FMNH; Mr. Kraig K. Adler, Department of Herpetology, UMMZ.

Igualmente me place expresar mis agradecimientos a los señores don Carlos Alberto Velásquez Moreno, Técnico-Preparador de la Sección de Biología Tropical en Villavicencio, por su incansable labor, y a don Fernando Eraso Pabón, Almacenista de la misma institución, quien elaboró las tablas y el mapa.

Finalmente, deseo expresar mi sincera gratitud a la John Simon Guggenheim Memorial Foundation, la cual me brindó en dos ocasiones la oportunidad para complementar estudios bibliográficos en los Estados Unidos.

ABREVIATURAS
de Museos e Instituciones Científicas.

AMNH:	American Museum of Natural History, New York.
ANSP:	Academy of Natural Sciences, Philadelphia.
CNHM:	Chicago Natural History Museum; actualmente denominado
FMNH:	Field Museum of Natural History, Chicago.
C.V.M.:	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú.
ICN:	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D. E.
ILS (MLS):	Instituto (Museo) La Salle, Bogotá, D. E.
MCZ:	Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
SMF:	Natur - Museum Senckenberg, Frankfurt / Main; Alemania.
UMMZ:	University of Michigan, Museum of Zoology, Ann Arbor.
USNM:	United States National Museum, Smithsonian Institution, Washington, D. C.

BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

Nota: La bibliografía presentada está subdividida en varios sectores. Hemos incluído referencias sobre la paleogeografía, geografía, geología y aun varios datos suministrados por los historiadores, con el fin de facilitar el entendimiento acerca de las migraciones y la distribución geográfica de la fauna herpetológica. Nos referimos más ampliamente a los datos sobre los anfibios recientes y sobre la paleontología de anfibios y reptiles colombianos; en cambio, la recopilación bibliográfica está presentada en Medem (1965), respecto a los reptiles recientes, y por esta razón citamos meramente las publicaciones recién salidas y varias de las obras generales con fines de orientación básica sobre este grupo.

Geología, paleogeografía, geografía.

Anónimo. 1959. *Atlas de Economía Colombiana.* Primera entrega. Aspectos físico y geográfico. Banco de la República, Departamento de Investigaciones Económicas. Bogotá, D. E.

BÜRGL, Hans, 1961. *Historia geológica de Colombia.* Rev. Acad. Colomb. Cs. Exact., Fís., Nat., Vol. 11, Nº 43, pp. 137-191, figs. 1-41.

DUQUE GÓMEZ, Luis. 1954. *Los problemas antropogeográficos de Colombia y la Escuela Rural.* Ciencias Soc., Vol. 5, Nº 29, pp. 194-206.

FIELDS, Robert W., 1959. *Geology of the La Venta Badlands, Colombia.* Univ. Cal. Publ. Geol. Ser., Vol. 32, Nº 6, pp. 405-444; pls. 37-40, figs. 1-2; tabs. 1-3; mapas 1-2.

HAMMEN, Thomas van der, 1961. *The Quaternary Climate Changes of Northern South America.* Ann. New York Acad. Sci., Vol. 95, Nº 1, pp. 676-683, figs. 1-3.

— 1962. *Palinología de la región de "Laguna de los Bobos". Historia de su clima, vegetación y agricultura durante los últimos 5.000 años.* Rev. Acad. Colomb. Cs. Exact., Fís., Nat., Vol. 11, Nº 44, pp. 359-361; figs. 1-5.

HERSHKOVITZ, Philip, 1966. *Mice, Landbridges and Latin American Faunal Interchange.* En: Ectoparasites of Panamá, pp. 721-751; figs. 151-154. Field Museum of Natural History, Chicago.

HETTNER, Alfred, 1892. *La Cordillera de Bogotá. Resultados de viajes y estudios.* Cuaderno Suplementario. Nº 104 de "Petermann's Mitteilungen". Gotha: Justus Perthes. Primera versión castellana por Ernesto Guhl, pp. 7-351; lám. 1-2; figs. en el texto 1-4, 1966, Ediciones del Banco de la República.

KROGZEMIS, James R., 1967. *A Historical Geography of the Santa Marta area, Colombia.* University of California, pp. 1-176, figs. 1-53, mapas 1-10.

NYGREN, W. E., 1950. *Bolívar Geosyncline of Northwestern South America.* Bull. Amer. Assoc. Petro-Geol., Vol. 34, Nº 10, pp. 1998-2006, figs. 1-3.

RAMÍREZ, Jesús Emilio, S. J., 1957. *Bibliografía de la Biblioteca del Instituto Geofísico de Los Andes Colombianos sobre Geología y Geofísica de Colombia.* Segunda edición corregida y aumentada. Inst. Geofís. Andes Colomb., Serie C - Geología, Bol. Nº 6, pp. 7-521, Imp. Banco de la República.

REICHEL - DOLMATOFF, Gerardo, 1965. *Colombia.* Ancient Peoples and Places. Thames & Hudson, London, pp. 5-231, pls. 1-65, figs. 1-66, tabs. 1-2, mapas 1-2.

SIMPSON, George Gaylord, 1950. *History of the Fauna of Latin America.* Amer. Scientist, Vol. 38, Nº 3, pp. 361-389, figs. 1-10.

Historia.

CALASANZ VELA, José de, Fr., 1890. *Desde Villavicencio hasta San Fernando de Atabapo (en 1889).* Editorial "Semanario Popular", Cartagena, 1936, pp. 1-112.

Don ANTONIO JULIÁN, P., 1787. *La Perla de la América, Provincia de Santa Marta, reconocida, observada y expuesta en discursos históricos.* 1854. Reimpresión, pp. v-xxvi, 1-339. Imp. E. Thunot & CA. París.

GUMILLA, Joseph, S. J., 1741. *El Orinoco Ilustrado, Historia Natural, Civil y Geográfica de este gran Río y de sus caudalosos vertientes.* Tomos I-II, pp. 1-580; figs. 1-3, mapa 1. Madrid: por Manuel Fernández.
1944. Reimpresión. Tomo I, pp. ix-xx, 7-360. Tomo II, pp. 7-334. Biblioteca Popular de Cultura Colombiana. Ed. ABC. Bogotá, D. E.

Paleontología.

Anónimo, 1936. *Cerca del caserío de El Rodeo, en la región de Cúcuta, se hizo un importante descubrimiento paleontológico: un Caimán fósil.* Bol. Inst. La Salle, Nº 147, pp. 110-113, figs. 1-4. Bogotá, D. E.

BOTERO ARANGO, Gerardo, 1936. *Bosquejo de Paleontología Colombiana.* An. Esc. Nac. Minas, Medellín, Nº 35, pp. 1-86, figs. 1-70, mapas 1-4. Publicado también en Rev. Indias, 1937, Nº 3. Bogotá.

ESTES, Richard, 1961. *Miocene Lizards from Colombia, South America.* Breviora, Mus. Comp. Zool., Nº 143, pp. 1-11, figs. 1-5.

ESTES, Richard & R. WASSERSUG, 1963. *A Miocene Toad from Colombia, South America.* Breviora, Nº 193, pp. 1-13, figs. 1-5.

LANGSTON, Wann, Jr., 1965. *Fossil Crocodilians from Colombia and the Cenozoic History of the Crocodilia in South America.* Univ. Cal. Publ. Geol. Sci., Vol. 52, pp. v-vii, 1-157, pls. 1-5, figs. 1-48, tabs. 1-4, A-1.

— 1966. *Mourasuchus* Price, *Nettosuchus* Langston, and the Family *Nettosuchidae (Reptilia: Crocodilia).* Copeia, Nº 4, pp. 882-885, fig. 1.

PORTA, Jaime de, 1961. *Algunos problemas estratigráfico-faunísticos de los vertebrados en Colombia (con una bibliografía comentada).* Bol. Geol. Univ. Indust. Sant., Nº 7, pp. 83-104, figs. 1-2, Bucaramanga.

ROYO Y GÓMEZ, José, 1942. *Un nuevo Crocodilido fósil del Huila.* Min. Minas Petrol., Serv. Geol. Nal., Comp. Estud. Geol. Ofic. Colomb., Vol. 5, pp. 325-326, Bogotá, D. E.

— 1945. *Los Vertebrados del Terciario Continental Colombiano.* Rev. Acad. Colomb. Cs. Exact., Fís., Nat., Vol. 4, Nº 24, pp. 496-511, pls. 1-5, figs. 1-7.

SAVAGE, Donald E., 1951. *Report on fossil Vertebrates from Upper Magdalena Valley, Colombia.* Science, Vol. 114, Nº 2955, pp. 186-187.

STIRTON, Rubén A., 1946. *The first Lower Oligocene fauna from Northern South America.* Min. Minas Petrol., Serv. Geol. Nal., Vol. 7, pp. 325-340, pls. 1-3.

— 1953. *Vertebrate Paleontology and Continental Stratigraphy in Colombia.* Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 64, pp. 603-622, figs. 1-13.

Herpetología. General.

DUELLMANN, William E., 1966. *The Central American Herpetofauna: An Ecological Perspective.* Copeia, Nº 4, pp. 700-719, figs. 1-8, tabs. 1-5.

GOIN, COLEMANN, J. & OLIVE B. GOIN, 1962. *Introduction to Herpetology.* W. H. Freeman & Comp., San Francisco & London, pp. v-vii, 1-341, figs. 1-1 - 17-2.

NEIL, Wilfred T., 1958. *The occurrence of Amphibians and Reptiles in saltwater areas.* Bull. Marine Sci. Gulf Caribbean, Vol. 8, Nº 1, pp. 1-97.

PETERS, James A., 1964. *Dictionary of Herpetology.* Hafner Publ. Comp. pp. v-vii, 1-392; figs. 1-30.

SCHMIDT, Karl, Patterson & Robert F. INGER, 1959. *Los Reptiles.* Editorial Seix Barral. S. A. Barcelona, pp. 5-294, pls. 1-145, figs. sin números. Traducción por Eduardo De Salas.

Amphibia. Caeciliidae.

DUNN, Emmett Reid, 1942. *The American Caecilians.* Bull. Mus. Comp. Zool., Vol. 92, Nº 6, pp. 439-540.

— 1944. A new Caecilian of the genus *Gymnophis.* Caldasia, Vol. 2, Nº 10, pp. 473-474.

FUHRMANN, Otto, 1914. Le Genre *Typhlonectes.* En: Fuhrmann, Otto & Eugén Mayor. Voyage d'Exploration Scientifique en Colombie. Mém. Soc. Neuchatel Sci. Nat., Vol. 5, pp. 112-138, figs. 1-21.

Caudata.

BRAME, Arden H., Jr., & David B. WAKE, 1963. *The Salamanders of South America.* Los Angeles County Mus. Contrib. Sci., Nº 69, pp. 5-72, figs., 1-26.

NICÉFORO MARÍA, Hno., 1958. Sección Herpetológica. *Amphibia Caudata.* Familia *Plethodontidae.* Hallazgo de los huevos de *Bolitoglossa adspersa* (Peters). Bol. Inst. La Salle, Nº 198, pp. 10-12, fig. 7. Publicado también en "Caldasia", 1960, Vol. 8, pp. 337-339, fig. 1.

POSADA ARANGO, Andrés, 1909. *Nueva especie de Salamandrido.* En: Estudios científicos..., p. 125. Medellín.

WAKE, David B. & Arden H. BRAME, 1962. A new Species of Salamander from Colombia and the status of *Geotriton andicola,* Posada Arango. Los Angeles County Mus. Contrib. Sci., Nº 49, pp. 1-8, fig. 1.

Anura (Salientia).

DUNN, Emmett Reid, 1944. *Los géneros de anfibios y reptiles de Colombia. Parte I: Anfibios.* "Caldasia", Vol. 2, Nº 10, pp. 497-529, figs., 1-9.

GOIN, Coleman J., 1957. Status of the frog genus *Sphoenohyla,* with a Synopsis of the species. "Caldasia", Vol. 8, Nº 36, pp. 11-31, figs. 1-2.

— 1965. *Studies on the frogs of Colombia.* Proc. Second Latin American Congress, Vol. 2, pp. 247-248. São Paulo.

HUNTER, Alice S. & Beatriz Murcia de Valdivieso, 1962. La reproducción de la Rana, *Hyla labialis.* "Caldasia", Vol. 8, Nº 40, pp. 573-583, tabs. 1-3.

MYERS, George S. & John W. Funkhouser, 1951. *A new Giant Toad from Southwestern Colombia.* Zoologica, Sci. Contrib. N. Y. Zool. Soc., Vol. 36, Nº 4, pp. 279-282; pl. 1, figs. 1-2.

STEBBINS, Robert C. & John R. Hendrickson, 1959. *Field Studies of Amphibians in Colombia, South America.* Univ. Cal. Publ. Zool., Vol. 56, Nº 5, pp. 497-540, fig. 1, tabs. 1-6.

URIBE PIEDRAHÍTA, César, 1947. *Contribuciones al estudio de la Parasitología en Colombia.* 1. Un *Myxobolidae* parásito de la vesícula biliar de una Rana de los Llanos Orientales. "Caldasia", Vol. 4, Nº 20, pp. 649-653, figs. 1-2.

Reptilia. General.

MEDEM, Federico, 1965. *Bibliografía comentada de reptiles colombianos*. Rev. Acad. Colomb. Cs. Exact., Fís., Nat., Vol. 12, Nº 47, pp. 299-346.

Testudinata.

KAUFMANN, Reinhard, 1966. *Das Vorkommen von Meeresschildkröten in Kolumbien und ihre Nutzung als Nahrungsquelle*. Natur und Museum, Vol. 96, Nº 2, pp. 44-49, figs. 1-3. Frankfurt/Main.

MEDEM, Federico, 1966. Contribuciones al conocimiento sobre la ecología y distribución geográfica de *Phrynops (Batrachemys) dahli; (Testudinata, Pleurodira, Chelidae)*. "Caldasia", Vol. 9, Nº 45, pp. 467-489, figs. 1-7, mapa 1.

Sauria.

UZZELL, Thomas M., Jr., 1966. Teiid Lizards of the genus *Neusticurus (Reptilia. Sauria)*. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., Vol. 132, Nº 5, pp. 279-327, figs. 1-6, tabs. 1-12.

WILLIAMS, Ernest E., 1966. South American Anoles: *Anolis biporcatus* and *Anolis fraseri (Sauria. Iguanidae)* compared. Breviora Mus. Comp. Zool., Nº 239, pp. 1-14, figs. 1-5.

Serpentes.

AMARAL, Afranio do, 1926. *Collectánea ophiológica*. Sobre a *Lachesis muta* Daudin, 1803, especie ovípara. Rev. Mus. Paulista, Vol. 15, pp. 43-45, figs. 1-3.

HIGGINS, S. H., 1870. *Culebras i reptiles venenosas, sus hábitos, características i particularidades*. Imprenta de Gaitán, 1870, Bogotá. (Cuentos populares).

MYERS, Charles W., 1966. *Lygophis boursieri* (Jan), a new Snake to the fauna of Colombia. Copeia, Nº 4, pp. 886-888.

PETERS, James A., 1964. Supplemental notes on snakes of the subfamily *Dipsadinae (Reptilia: Colubridae)*. Beitr. Neotrop. Fauna, Vol. 4, Nº 1, pp. 45-50.

— 1964. The Lizard genus *Ameiva* in Ecuador. Bull. South. Cal. Acad. Sci., Vol. 63, Nº 3, pp. 113-127, figs. 1-A, 1-B, 2-A, 2-B.

ROSSMAN, Douglas A. & KENNETH L., Williams, 1966. Defensive Behavior of the South American Colubrid Snakes *Pseustes sulphureus* (Wagler) and *Spilotes pullatus* (Linnaeus). Proc. Louisiana Acad. Sci., Vol. 29, pp. 152-156, figs. 1-2.

ROZE, Jánis A., 1967. *A Check List of the New World venomous Coral Snakes (Elapidae); with descriptions of new forms*. Amer. Mus. Novitates, Nº 2287, pp. 1-60, figs. 1-17.

SHREVE, Benjamín, 1964. A new Species of the Snake *Leptotyphlops* from Colombia. Breviora Mus. Comp. Zool., Nº 211, pp. 1-4.

SCHWEIZER, Hans, 1953. *Die Anaconda als Schlangen-Fresserin*. DATZ, Vol. 6, Nº 9, pp. 236-238, fig. 1.

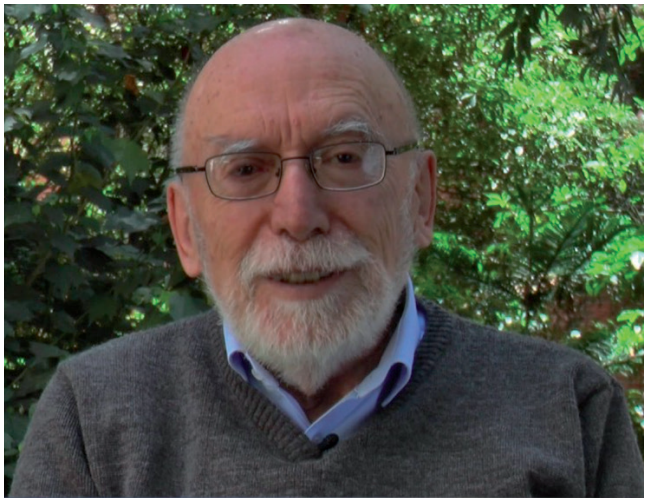
— 1956. Der Buschmeister - *Lachesis muta* (L.) - im Terrarium. DATZ, Vol. 9, Nº 5, pp. 132-133, fig. 1.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):305-320, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.574

Elementos de analisis de la gestion ambiental del estado

Julio Carrizosa Umaña

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1983, 16 (60): 49-63.



Julio Carrizosa Umaña (1935)

Nació en Bogotá y adelantó sus estudios de secundaria en el Gimnasio Moderno donde se graduó como bachiller en l952. Cursó estudios profesionales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia de la que egresó en l959, con el título profesional de Ingeniero Civil.

Se trasladó luego a la Universidad de Ohio para realizar sus estudios de especialización en cartografía y fotogrametría, posteriormente realizó sus estudios de Maestría en la Universidad de Harvard donde obtuvo el título de *Master in Public Administration*. Asimismo, realizó estudios en Economía en la Universidad de los Andes donde recibió el título de Maestría en 1968.

De sus contribuciones a instituciones, centros de investigación y organismos internacionales se destacan, exMinistro del Medio ambiente, director de Colciencias, director del Instituto Geográfico Agustin Codazzi, y Gerente General del Inderena. Fue asesor del Banco Interamericano de Desarrollo para América Latina y el Caribe, del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y de la Organización de los Estados Americanos .

Es Miembro Honorario de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y pertenece a varias Sociedades Científicas y contribuye así mismo con sus escritos científicos en algunos periódicos del país, donde genera información actualizada sobre manejo de recursos naturales y ecosistemas, política ambiental, bosques y política ambiental nacional.

La contribución del articulo seleccionado trasciende en el pensamiento profundo sobre la complejidad ambiental del científico Julio Carrizosa Umaña quien ha escrito por varias décadas sobre la importancia de los estudios ambientales, lo cual se constituye en una magna gestión puesto que permite entender la problemática ambiental en las latitudes y climas para contextualizar las condiciones óptimas de protección necesarias para mejorar el bienestar de los habitantes de Colombia.

El autor consigna los resultados de sus exploraciones, hallazgos e indagaciones resultantes de un constante interés en el conocimiento del entorno de los ecosistemas, su aprovechamiento, conservación e importancia en el medio ambiente. Realmente, su contribución se convierte en un faro de conducción para estudios exploratorios, que permitan el aprovechamiento de nuestra biodiversidad en las condiciones actuales.

Las entidades gubernamentales tendrán la responsabilidad de establecer y desarrollar las condiciones necesarias para mejorar los requisitos que dan lugar a una agricultura sustentable, aquella que permite mejorar las condiciones de vida del agricultor y disminuir la pobreza en nuestras regiones. Asi mismo aparecen en los documentos estatales las proyecciones que el Gobierno debería tener en cuenta para el aumento de la producción agrícola y la industrialización con el propósito de conseguir un mejor desarrollo económico.

Es preciso resaltar la importancia que el trabajo del académico Carrizosa Umaña ha tenido al dirigir investigaciones que orienta a su desarrollo y contribuye personalmente en foros, con escritos y publicaciones que se distinguen por un lenguaje directo con pensamiento profundo como corresponde a un académico, ambientalista y político que facilita el debate público sobre la actualidad del medio ambiente y el desarrollo sostenible en Colombia.

Margarita Perea, Ph.D.
Miembro de Número
Exdirectora de la Revista de la Academia

ELEMENTOS DE ANALISIS DE LA GESTION AMBIENTAL DEL ESTADO

Por JULIO CARRIZOSA UMAÑA*

I

IMPACTO DE LA PROBLEMATICA AMBIENTAL EN LA ELABORACION DE INSTRUMENTOS POLITICOS.

A. DEFINICIONES

1. Ambiente

Ambiente es un concepto referido tanto a un objeto como a un sujeto. El objeto puede ser el planeta tierra, el mar, los continentes, los seres vivientes, la especie humana o uno mismo; en cada caso la pregunta implícita en el concepto ambiente conduce a una respuesta diferente: el ambiente de la tierra es el universo; el del mar, el resto del planeta; el de los seres vivientes es el conjunto de elementos físicos no organizados en formas orgánicas; el de la especie humana es el gran conjunto de elementos no antrópicos y su ambiente es el conjunto de todos los elementos diferentes a usted mismo.

Es también el ambiente un concepto relativo a los objetivos del sujeto que lo considera. Mi concepto actual de ambiente cambia conforme cambian mis objetivos; es uno cuando considero la posibilidad de reordenar los muebles de mi alcoba; es otro cuando trato de no aspirar el cigarrillo de mi vecino de asiento. Cuando camino por la calle mi ambiente es diferente al del vendedor ambulante que me ofrece dulces y cuando miro a mi alrededor los elementos e interelaciones que considero mi ambiente son unos si estoy buscando un taxi y otros si estoy admirando el paisaje urbano.

Varía el concepto de ambiente según las formas o modelos que cada cerebro usa para organizar la realidad. Si yo concentro mi visión en el piso del jardín donde me hallo mi ambiente se reduce a la hierba que observo. Si mi compañero de paseo es un entomólogo probablemente su modelo ambiental incluirá algunos insectos, si en nuestro paseo nos acompaña un pintor seguramente el color y la tersura de la hierba serán los elementos que describan su ambiente, pero si todos levantamos la cabeza oír el canto de un pájaro nuestros ambientes cambian.

Es posible, claro esta, abstraer mucho más el concepto y hablar del ambiente del barrio, de la ciudad, del país y hasta del ambiente universal pero todas estas aproximaciones holísticas mantienen implícita su esencia relativa al sujeto que las hace y a sus objetivos. Si un ingeniero sanitario habla del ambiente de la ciudad, probablemente se refiere a elementos como el aire, el agua y las basuras; si es un arquitecto quien trata el tema es posible que incluya el tamaño de los espacios libres, la cantidad de árboles, la distribución de las actividades comerciales, la congestión de vehículos. Si se pregunta a un vendedor ambulante, su concepto sobre una esquina específica será diferente al que tiene el dueño del almacén que allí abre su puerta al de los transeúntes y al de los conductores de vehículos que arrojan a los anteriores anhídrido carbónico. Esto ocurre no sólo porque cada percepción cerebral es diferente sino debido a los distintos objetivos sociales que la enmarcan. Para el vendedor la esquina debe ser lo suficientemente concurrida para mantener la demanda de sus artículos pero con la

* Este artículo fue presentado en el Seminario sobre Articulación de las Ciencias Organizado por CIFCA en México en noviembre de 1983.

amplitud necesaria para poder instalarse y llevar a cabo sus transacciones; para el comerciante que tiene en la misma esquina su negocio permanente la presencia del vendedor ambulante ha añadido un elemento indeseable en su ambiente, elemento que no sólo puede reducir sus ventas sino que aleja cierta clientela, crea basura, altera su equilibrio estético y tiende a rebajar el nivel del valor de su propiedad raíz; para el transeúnte la presencia del vendedor puede facilitar la compra de un artículo necesario a menos precio y por consiguiente la reducción de sus gastos y el aumento de su tiempo libre. Todos ellos considerarán la presencia del conductor como un elemento degradante de su ambiente mientras que él mismo es posible que ni siquiera los perciba como parte de su ambiente a no ser que se trate de alguien que este mostrándole la ciudad a un amigo, de un consumidor potencial o de un científico social interesado en la evaluación de los negocios marginales.

Estas percepciones individualistas del ambiente tienden a socializarse, a adquirir un carácter holístico, cuando, por una u otra causa, , un elemento o grupo de elementos del ambiente se perciben como significativos por grupos de observadores o sea cuando se crean concensos sobre los objetivos y coincide la utilización de elementos o modelos. Si aumenta la congestión de vehículos en una esquina, el ruido de los motores y la concentración de los gases puede hacerse insoportable, tanto para el transeúnte como para el vendedor ambulante, los comerciantes permanentes y aún para los mismos conductores. El aire y su calidad se perciben entonces como elementos ambientales comunes, como el ***ambiente social***, porque sus efectos han alcanzado un nivel perceptible por todos ellos y de tal magnitud que a todos los impulsa hacia el objetivo común de evitar el ruido y el olor. El concepto de ambiente es ahora claro para todos los presentes en la esquina a través de su objetivo social de sobrevivir y mediatizado únicamente por las capacidades sensoriales fundamentales.

Este consenso microsocial crea momentáneamente un concepto ambiental holístico diferente a los conceptos individuales, indudablemente ligado a todos ellos pero con dinamismo y vida propias.

Siguiendo estos procesos se han conformado modelos ambientales de diferentes clases. Grupos de observadores coinciden transitoriamente en conjuntos de objetivos y acuerdan los modelos ambientales necesarios para cumplirlos. Así como los ocupantes de una esquina pueden ponerse de acuerdo sobre lo que es ambiente a través del objetivo fundamental de supervivencia, los ocupantes del planeta podrían lograr, en un momento crítico, un consenso sobre lo que es el ambiente global pero necesariamente este sería un proceso mediatizado por multitud de intermediarios, todos ellos con sus propios objetivos y mecanismos de percepción.

Es esta relatividad individual y la consiguiente dificultad de agregación holístíca la que crea mayores dificultades en la gestión ambiental estatal. La heterogeneidad social crea diversos y transitorios consensos sobre lo que es el ambiente. Para los habitantes de la selva los elementos e interrelaciones que conforman su ambiente son completamente diferentes a los intuidos por los funcionarios públicos que tienen por función administrativa esa misma selva y son otros para los "colonos" que bajan de la cordillera para tratar de asentarse en ese territorio. Para los médicos e ingenieros sanitarios del sector salud los modelos ambientales se refieren a la calidad del agua y del aire, mientras los arquitectos del sector vivienda conforman sus modelos con muros y paisajes, los agrónomos agregan plagas e inundaciones y los ingenieros forestales se preocupan con las hectáreas cubiertas de bosque. El estado trata de conformar sus propios modelos ambientales partiendo de interpretaciones sectoriales de los objetivos de la comunidad. El ambiente es algo diferente para cada sector, de acuerdo a sus objetivos y a sus mecanismos de percepción profesional. Lo anterior crea de por si dificultades operacionales que se acrecentan cuando los diversos modelos ambientales sectoriales, creados por el estado, se enfrentan a los modelos; explícitos o implícitos; del resto de la comunidad, a la forma como perciben su territorio, su ámbito, su área, aquellos que no están dentro del estado. Esta situación ha existido antes de que se comenzara a hablar de problemas ambientales en los medios de comunicación masiva pero se ha agudizado a partir de la década de los años sesenta cuando conceptos ambientales específicos, creados por objetivos y mecanismos de percepción específicos, ocuparon la atención de los medios de comunicación de los Estados Unidos y se trasladaron a otros países a través de los medios de comunicación masiva y de los canales de transferencia de información entre los estados. El modelo ambiental de "Silent Spring", creado por la conjunción del objetivo científico de proteger la variedad biótica con la mente periodística de Rachel Carson, logró un enorme consenso que abrió camino a varias generaciones de ambientalistas. El paraguas ambiental, enarbolado por fuertes y financiadas manos, ha amparado desde entonces muy diversos modelos justificados por el rótulo ambiental y la calificación de problema. El siguiente punto lo dedicaremos a analizar el concepto de ***problema ambiental.***

2. Problema ambiental

¿Qué es la problemática ambiental? ¿En qué se diferencia un problema ambiental de un problema común? ¿Por qué es un problema ambiental la siembra de maíz en una ladera y no lo es la siembra de un árbol? ¿Por qué se percibe como problema ambiental la malaria y no la viruela? ¿Por qué la contaminación del agua es un problema ambiental y no lo es la falta de hospitales? ¿Acaso todos estos son problemas ambientales?

Sí, en el límite, el ambiente de un sujeto es todo lo que es diferente a ese sujeto, podría también decirse que todo lo que se oponga a los objetivos de ese sujeto es para él un problema ambiental. Habría, entonces, dos grandes grupos de problemas: los internos al sujeto y los ambientales o externos al sujeto. Sin embargo la amplitud de la anterior clasificación no coincide con el uso del concepto de problema ambiental y no parece, por su universalidad ser útil al análisis que nos ocupa ya que, en el caso del estado, todo lo que se opusiera a sus objetivos y que estuviera fuera de él se convertiría, por definición, en un problema ambiental.

Para aproximarnos a la actual percepción del concepto parece necesario añadir la idea de *umbral.* Aquellos procesos o eventos que traspasen umbrales parecen ser los que generalmente son considerados como parte de la problemática ambiental (GALLOPIN-81). Se dice que "el efecto de una acción puede ser despreciable cuando la acción tiene una intensidad por debajo de cierto umbral, pero si la intensidad de la acción alcanza un valor crítico, puede repentinamente desencadenarse un proceso de cambio acelerado".

Los umbrales pueden ser reversibles o irreversibles. MELNICK señala como influye esto en el análisis económico-ambiental: "dado que en los sistemas ecológicos existen umbrales de irreversibilidad y que los efectos ecológicos no tienen manifestaciones económicas inmediatas, el mecanismo del mercado deja de ser eficiente" (1).

Los umbrales son relativos al sujeto y a su contexto: "Adviértase que la idea de umbrales de irreversabilidad se opone a los principios de la mecánica clásica", advierte MELNICK. La irreversabilidad se refiere a un contexto cognoscitivo y operativo dado. La noción de umbral también varía según el observador sujeto, determinado por la experiencia acumulada en su cerebro y por la capacidad y agudeza de sus sentidos e instrumentos adicionales. En general los umbrales corresponden a diferentes dimensiones de acuerdo a las preguntas lógicas fundamentales sobre el espacio, el tiempo, la sociedad, la técnica, la economía y la cultura; el dónde, el cuándo, para quién, cómo, cuánto y para qué enmarcan el proceso de decisiones, hacen percibir hitos que marcan umbrales entre los ecosistemas, las generaciones, las clases sociales, los paradigmas tecnológicos, la magnitud de los flujos monetarios y los perfiles culturales.

El proceso de cultivar maíz se percibe como un problema ambiental si se efectúa en un ecosistema de ladera y no en un plano; la urbanización de suelos agrícolas traspasa un umbral de irreversabilidad pero sólo se percibe como problema ambiental en aquellos países donde su escasez se considera un peligro para la superviviencia de las generaciones futuras; la destrucción de un parque público puede significar un problema ambiental para aquellos interesados en el esparcimiento de las clases proletarias en aquellas ciudades en donde son escasos los espacios verdes; las centrales nucleares y la biotecnología son considerados como problema ambiental por los riesgos que implica su desborde de los umbrales del conocimiento intrínsecamente relacionados con los umbrales de supervivencia; una inundación se considera o no un problema ambiental de acuerdo con la magnitud de los recursos necesarios para reparar los daños causados; la colonización de la selva puede efectuarse de tal forma que evite traspasar los anteriores umbrales y aún así considerarse como un problema ambiental cuando implica procesos de aculturación de comunidades nativas.

De este complejo proceso de percepción de umbrales la experiencia objetiva y subjetiva del observador así como la simple agudeza de sus sentidos o la eficiencia de sus instrumentos y herramientas influye tanto en la identificación del proceso o evento como en la visión del umbral traspasado. Volviendo a un ejemplo anterior; en una esquina urbana un transeúnte ilustrado en sanidad ambiental puede ser consciente de los riesgos que corre al aspirar el inodoro, incoloro y tóxico CO, mientras el vendedor ambulante sólo se preocupa por el humo negro sin saber que su toxicidad es mucho menor. El funcionario público ayudado por sistemas de sensores remotos, puede reconocer aquellos procesos de erosión capaces de traspasar el umbral de la catástrofe antes de que estos sean percibidos por el campesino pero, al mismo tiempo, su conciencia sobrecargada por flujos de información provenientes de experiencias ajenas pude sobreestimar la situación y crear problemas donde sólo existen procesos a los cuales se adaptan normalmente las actividades agrícolas.

Estas situaciones de sobre o subestimación de umbrales y de los riesgos de traspasarlos pueden conducir a dos extremos operativos en el estado: la creación de falsos problemas o la generación de oportunidades inalcanzables, tal como lo tipifica Holling, y entre esos extremos se mueve la gestión pública y privada que conduce a la transformación ambiental.

B. PERCEPCION ESTATAL DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES Y GENERACION DE INSTRUMENTOS

1. Percepción estatal del ambiente

El campo de actividad del estado es su ambiente o sea el conjunto de elementos e interrelaciones diferentes al mismo estado. La práctica de esta actividad no puede realizarse sin una priorización que permita concentrar los limitados recursos del estado en partes seleccionadas de la totalidad de su ambiente. El concepto estatal de ambiente es holístico en la medida en que el mismo estado sea capaz de construir una síntesis de las percepciones de los miembros de la comunidad, de lo contrario

será únicamente una agregación simple de algunas de estas visiones, una reproducción de los modelos que usan otros estados o, en el peor de los casos la estatización de una visión personal del jefe de ese estado. Estos falsos holismos inducen la consideración de problemas ambientales artificiales, no percibidos como tales por la comunidad y por lo tanto favorecen el desperdicio de recursos escasos y obstaculizan de hecho los intentos de acción estatal.

Así como el individuo mantiene constantemente interelaciones sujeto-objeto-ambiente que al ser instrumentalizadas modifican al objeto, al ambiente y al mismo sujeto, en el seno del estado se conforman continuamente flujos de información y de energía que, partiendo del estado como sujeto, seleccionan objetivos, conforman modelos ambientales específicos y generan instrumentos que buscan la coherencia de la secuencia mediante modificaciones de cada uno de los conjuntos. Es en el transcurso de estas interelaciones sujeto (estado) - objeto (objetivo) - modelo ambiental (instrumento– cuando se gesta lo que comúnmente se denomina problema ambiental debido al surgimiento de contradicciones originadas por las preguntas lógicas fundamentales que obligatoriamente deben ser resueltas en la praxis de la acción del estado para definir el donde, cuando, como, para quien, cuanto y para que de sus conceptos. Lo anterior se ve más claramente cuando el estado trata de lograr diversos objetivos dentro de un mismo espacio geográfico, como ocurre en los programas de ampliación de la frontera agropecuaria; en donde se pretende, al mismo tiempo, mayor producción, reducción de la migración campo-ciudad y conservación de los recursos naturales. Cada uno de estos tres objetivos, aparentemente coherentes, crean en el estado modelos ambientales diferentes e instrumentalidades propias, así como problemas específicos cuando la práctica de su logro obliga a contestar las preguntas fundamentales. Partiendo de cada uno de ellos se conforman en los organismos estatales secuencias de modelos ambientales cuya especifidad y detalle va acrecentándose según se pasa de la idea a la práctica. Son, inicialmente, modelos muy elementales que corresponden a la información global existente en los niveles más altos de decisión pero conforme el objetivo teórico va bajando, en su camino hacia la práctica, los escalones de la estructura estatal, el modelo tiene que contestar las preguntas lógicas; al hacerlo se hace cada vez más complejo y contradictorio, creando internamente un traspasar de umbrales que poco a poco van conformando problemas ambientales, tanto dentro de una sola línea objetivo-ambiente, como entre las diversas líneas que genera cada objetivo.

En nuestro ejemplo cada uno de los tres objetivos crea una secuencia de modelos ambientales con su respectiva áurea de problemas y el rozar de estos modelos entre sí crea a su vez otros problemas cada vez más claros según la idea se aproxima a la práctica. El objetivo de una mayor producción agropecuaria puede tener inicialmente como fundamento un modelo ambiental constituido solamente por dos variables: área y uso actual. La primera es fácilmente cuantificable y el segundo se percibe como nulo. Se trata, entonces, de poner a producir un apreciable número de hectáreas no usadas. El objetivo de disminución de la migración campo-ciudad se fundamenta generalmente en un modelo muy simple de población sobrante y espacios vacíos. Junto a estos dos objetivos el de conservación de recursos trae también su modelo elemental constituido, generalmente, por una breve descripción de las selvas existentes o, en muchos casos, por dos variables básicas adjetivizadas, representativas de la flora y la fauna del lugar.

Cuando los anteriores modelos básicos pasan de las mesas decisorias al trámite administrativo empiezan a surgir las que hemos llamado preguntas lógicas fundamentales: dónde, cuándo, cómo, cuánto, para quién y para qué:

- ¿Dónde se producirá? ¿Dónde se asentará la población? ¿Dónde se conservarán los recursos de flora y fauna?

- ¿Cuándo se iniciará la producción? ¿Cuándo se poblará el área? ¿Durante cuánto tiempo se protegerá la fauna y la flora?

- ¿Cuánto valdrá la producción? ¿Cuánto valdrá la mano de obra? ¿Cuánto costará proteger la flora y la fauna?

- ¿Quién producirá los productos? ¿Quién recibirá las ganancias? ¿Quién está dispuesto a emigrar? ¿Para quién se protegerá la fauna y la flora?

- ¿Cómo se producirá en esas tierras? ¿Cómo se transportará a los emigrantes? ¿Cómo se protegerá la fauna y la flora?

- ¿Para qué producir más en esas zonas? ¿Para qué aumentar su población? ¿Para qué conservar sus recursos?

Cada una de estas preguntas, así como sus combinacines, produce una demanda de información que altera el número de elementos y de operaciones consideradas en cada modelo ambiental. El objetivo de aumentar la producción agropecuaria ya no puede reducirse a un modelo de área y uso actual sino debe suministrar información sobre la clase de suelo, el clima, los posibles productos, los paquetes tecnológicos, los costos, su relación con la situación política, etc. El objetivo de desviar las corrientes de migración necesitará un modelo en donde se especifiquen los posibles migrantes, sus deseos de trabajo, el costo de transporte, sus afinidades con las comunidades existentes en la zona, El cumplimiento del objetivo de protección necesitará un modelo de trabajo en donde se desagregue

el bosque en especies, se explique su posible uso actual y futuro, etc. Es en este proceso de desagregación, en el cual se multiplica el número de elementos y procesos que componen los modelos ambientales en donde también empieza a aparecer el concepto de problema ambiental, cuando las preguntas generan respuestas que implican el traspasar de umbrales en el espacio, el tiempo, la técnica, la sociedad, la economía o la cultura.

Los más obvios de estos problemas surgen al comparar respuestas pertenecientes a dos objetivos diferentes; las preguntas, dónde se debe producir, dónde se debe vivir, dónde se debe proteger, producen las contradicciones más duras; pero ellas surgen también al comparar respuestas dadas a diferentes preguntas dentro de un mismo objetivo: se puede no traspasar un umbral cuando simplemente se contesta a la pregunta cómo se debe producir arroz en un sitio dado pero si agrega el tiempo a las dimensiones de espacio y técnica y se insiste en obtener un lugar y un paquete tecnológico que permitan mantener una producción sostenida en el largo plazo, es muy probable que el modelo tenga que hacerse más complejo y que su análisis indique la presencia de problemas ambientales surgidos de procesos que, como la salinización, amenazan con traspasar umbrales relativos a la productividad de los suelos.

2. Gestión de Instrumentos

La secuencia estado-objetivo-modelo ambiental se instrumentaliza tan pronto la idea empieza a enfrentarse con la práctica. Una decisión como la de ampliar la frontera agropecuaria para no quedarse en el nivel teórico necesita generar un largo y complejo flujo de información y energía en diversas formas: textos jurídicos, mapas, presupuestos, planes, programas, proyectos, estudios, diseños, licitaciones, concesiones, permisos, contratos, cursos, créditos, construcciones, promociones, controles, subsidios, políticas, etc. Cada uno de estos instrumentos utiliza un modelo específico del ambiente que le concierne, es modificado por este modelo y, a su vez, lo modifica. Algunos instrumentos son tan fuertes y rígidos que superan las preguntas que los han generado, adquieren vida propia, modifican los modelos y llegan hasta a alterar los objetivos como ha sucedido con instrumentos legales que moldean la realidad traspasando los fines iniciales. Otras veces los objetivos mueren antes de verse satisfechos y sin embargo, los instrumentos persisten, generando cambios en los modelos y en la misma realidad, como ha pasado con tantas instituciones jurídicas que, como las concesiones, tienen ya varios siglos de existencia, trascendiendo los objetivos que las generaron.

También los modelos tienen tendencia a persistir, aislados de la interelación vital con objetivos e instrumentos. Visiones parciales de la realidad, creadas para contestar preguntas específicas dentro de una relación sujeto-objeto-instrumento, se mantienen artificialmente aún cuando esta relación haya desaparecido, proporcionando respuestas inútiles o prejuiciadas a preguntas surgidas de otras interrelaciones. Es el caso de tantos informes, mapas, estudios que son utilizados fuera de contexto para llenar económicamente el vacío cognoscitivo entre el sujeto y su objetivo.

En general, la vida útil de instrumentos y modelos supera la de los objetivos y preguntas que los generaron, trasciende la realidad que los hizo posibles y pasan a formar parte del equipo estatal como patrimonio, tramoya y ropaje indispensable de la burocracia.

Así como el individuo determina su ambiente a través de su percepción y consultando a su experiencia, el estado interpreta los diferentes ambientes circundantes a través de instrumentos y comparando con modelos ya existentes de esa misma realidad. El peatón identifica la existencia de un problema de contaminación utilizando sus sentidos y consultando su memoria mientras la municipalidad requiere la instalación de estaciones con sensores especiales y la existencia de normas o modelos comparativos.

Desgraciadamente, así como el peatón puede estar mal preparado para identificar y subsanar un problema de contaminación, el estado puede tener deficiencias tanto en instrumentos como en modelos. Su proceso histórico de desarrollo, los diferentes modelos ideológicos en que se haya apoyado, los tropiezos que ha sufrido en su enfrentamiento con la realidad, los recursos que están a su disposición, lo han dotado en forma heterogénea. Su patrimonio de modelos e instrumentos corresponde a herencias de muy diferentes raíces. Partiendo de su Constitución Política su percepción de la realidad está fundamentada en visiones del mundo, en ideologías cuyas posibles contradicciones se concretan en las características de instrumentos y modelos.

Así, para contestar una pregunta surgida de la ejecución de un objetivo, la burocracia acude a su colección patrimonial de instrumentos y modelos, gestados para solucionar otras situaciones. Para identificar el lugar apropiado de un proyecto de colonización la burocracia utiliza un antiguo mapa a pequeña escala o desempolva un estudio realizado hace años y sólo cuando es "cuestionada" recomienda la utilización de instrumentos no incluidos entre sus colecciones, como fotografía aérea reciente u otros sistemas de percepción remota que no estén dentro del patrimonio que respalda su poder. Este proceso de gestión puede explicar porque fracasa el estado cuando para distribuir nuevas tierras se utilizan instrumentos que, como el sistema de concesiones, fueron diseñados para resolver ideológicamente problemas de hace siglos o cuando para escoger donde se debe sembrar arroz se acude a

clasificaciones de suelos modeladas para otras zonas climáticas del planeta, etc.

La identificación adecuada de modelos e instrumentos es, entonces, de gran importancia para una gestión ambiental estatal correcta. Esta identificación debe diferenciarse para cada una de las etapas principales de dicha gestión: definición de políticas, planificación y ejecución. En cada una de ellas las características de modelos e instrumentos deben corresponder a la interelación sujeto-objetivo y a su nivel de decisión funcional.

El proceso de adopción de modelos e instrumentos estatales tiene característica que sobrepasan el objetivo de este estudio. Proporcionamos algunas aproximaciones al tema que aspiramos sea desarrollado en forma más amplia en el futuro.

II

INTRODUCCION DE LA DIMENSION AMBIENTAL Y MANEJO CORRECTO DEL AMBIENTE

A través de la historia y por medio de diferentes mecanismos de adaptación a la realidad las varias formas estatales han introducido la dimensión ambiental creando modelos e instrumentos para comprenderla y manejarla.

Estos modelos e instrumentos han influido de una u otra manera en las relaciones entre el hombre y la naturaleza, conciliando a su manera las inevitables contradicciones y creando, a su vez, otras nuevas. Es por eso, incorrecto hablar de la introducción de la dimensión ambiental como si nunca se hubiera tenido en cuenta o buscar como una panacea la planificación ambiental central o el manejo integrado de recursos cuando la primera la encontramos desde los Habsburgos y la segunda durante varios siglos hasta que el estado tuvo suficientes recursos para sectorizarse y especializar sus acciones.

El problema del manejo correcto del ambiente y de los recursos naturales es de mayor complejidad. Trataremos de abordarlo analizándolo dentro de esquemas presentando en el punto anterior o sea como el resultado de un proceso continuo en donde el individuo y el estado gestan modelos e instrumentos para lograr determinados objetivos y en donde esas secuencias de imágenes –acciones conforman transformaciones ambientales de diferentes características. Para ello trataremos los siguientes casos:

A. Contradicciones entre objetivos del estado.

B. Incoherencias entre objetivos y modelos.

C. Incoherencias entre objetivos-modelos e instrumentos.

D. Contradicciones entre objetivos y realizaciones estatales.

E. Contradicciones entre objetivos comunitarios y estatales.

A. CONTRADICCIONES ENTRE OBJETIVOS DEL ESTADO

El establecimiento de objetivos por parte del estado puede ser el primer paso para la creación de demandas contradictorias sobre el mismo ambiente. Estas contradicciones no siempre son evidentes; es más, en la mayoría de los casos la sola enunciación, casi abstracta, de los objetivos de una política o de un plan, difícilmente crean la impresión de contradicción. El aumento de la productividad agrícola y la industrialización aparecen en documentos estatales como objetivos deseables y armónicos hasta que la secuencia de objetivos-modelos-instrumentos desciende hasta la praxis, contestando, poco a poco, las preguntas impuestas por la lógica operativa: ¿dónde se instalarán las industrias?, ¿dónde se aumentará la producción agropecuaria?, un primer análisis hecho sobre un modelo elemental es posible que no muestre problema ambiental alguno pero paulatinamente es posible también que estos aparezcan conforme la concretan las características de la acción. ¿Cuándo se debe producir uno y otro aumento? ¿Cuánto dinero está disponible y cuánto es necesario? Los parámetros establecidos por las respuestas a estas dos preguntas pueden limitar las soluciones posibles a espacios cercanos a los mercados y a la infraestructura de transporte. Si el espacio libre alrededor de las ciudades tiene aptitudes agropecuarias la contradicción implícita en los objetivos es probable que aparezca entonces o un poco más tarde, al responder la pregunta tecnológica: ¿cómo se hace para aumentar una y otra producción? ¿Qué tecnologías deben usarse? ¿Pueden estas tecnologías evitar la contaminación industrial de los suelos agropecuarios? ¿El agua que existe es suficiente para servir de insumo en ambos procesos? ¿El presupuesto existente es suficiente para instalar filtros de residuos? Aún cuando un análisis integrado de las anteriores demostrará la no existencia de contradicciones entre ambos objetivos quedarían todavía los aspectos sociales y culturales para definirlos: el para quién y el para qué pueden hacer surgir agudas contradicciones o confirmar el estado de conciliación alcanzado. ¿Para quién se buscan los beneficios del aumento de la producción? ¿Se persigue una mayor concentración del sector productivo? Se busca proporcionar mayores ganancias a un grupo específico de productores? ¿Lo que que se pretende es desarrollar un polo de desarrollo? ¿El fin último es proteger una comunidad de la extinción o, es simplemente aumentar las exportaciones? ¿Se puede lograr todo con los elementos ambientales que existen?, ¿el perseguirlo todo, al mismo tiempo, implica necesariamente un impacto sobre estos mismos elementos ambientales y,

naturalmente, sobre la realización de los objetivos? En ocasiones las contradicciones existentes entre objetivos se perciben mucho más rápidamente. Su sola enunciación sin condiciones espaciales, temporales, técnicas, económicas, sociales o culturales, puede conducir a una rápida lectura de contradicciones e impactos ambientales; pero esto sólo sucede cuando las anteriores condiciones están implícitas en el contexto de la enunciación de los objetivos, de acuerdo con el conocimiento de quien los analiza y por la no existencia real de opciones. Es el caso de una isla pequeña en donde el estado propone al mismo tiempo un desarrollo turístico y uno industrial. Los observadores percibirán inmediatamente la existencia del riesgo ambiental por la escasez de espacio disponible pero, como sucede en el caso anterior, la realidad de este riesgo sólo se conocerá el curso del proceso administrativo necesario para ir de la idea hasta la práctica. El desarrollo industrial y turístico de una isla puede conducir a impactos ambientales significativos o no; todo depende de las características de la isla y de los proyectos.

A pesar de las dificultades que hemos analizado es evidente que la percepción precoz de posibles contradicciones entre objetivos debe, por lo menos, servir de voz de alerta sobre la existencia de riesgos ambientales que el estado debe tomar en cuenta en el largo viaje del objetivo a la ejecución de las acciones necesarias. Esta percepción del riesgo no es gratuita; surge de la experiencia y ella influye también en el proceso de selección de modelos e instrumentos que entonces se inicia.

B. INCOHERENCIAS ENTRE MODELOS Y OBJETIVOS

Antes y después de la enunciación de objetivos el estado utiliza modelos de la realidad para su gestión. El objetivo se formula luego de un análisis explícito o implícito de un diagnóstico.

Este último puede ser simplemente un esquema mental personal de quien propone el objetivo pero implica, de todos modos, la existencia de un modelo. Cuando el estado inicia la concreción de las acciones destinadas para ejecutar ese objetivo es imprescindible partir de un modelo de esa misma realidad, un estudio básico que incluya no sólo el análisis de causalidad característico del diagnóstico sino que permita prever las acciones futuras necesarias dentro de un contexto más amplio.

Estos primeros eslabones diagnósticos-objetivos-estudios básicos, pueden ser coherentes o incoherentes.

La coherencia entre el diagnóstico y el objetivo se puede analizar lógicamente dentro de las dimensiones de espacio, técnica, economía, sociedad y cultura. La lectura del diagnóstico puede encerrar incoherencias relativas a cada una de ellas; un objetivo puede sobrepasar los límites lógicos del diagnóstico cuando extrapola en alguna o en todas estas dimensiones. Es el caso de la utilización de diagnósticos parciales para deducir objetivos que afectan situaciones por fuera de sus mismos límites, como sucede cuando el análisis de lo que sucede en una localidad específica, hoy, en un medio económico dado, que mantiene cierto nivel tecnológico, que afecta a una clase social, dentro de un marco cultural específico, fundamenta objetivos para toda una nación, en el largo plazo, para cualquier medio económico y para todas las clases y culturas que alberga.

Esta clase de incoherencias tiene su clímax cuando se utilizan diagnósticos elaborados en las circunstancias lógicas de un país para fundamentar objetivos de otro país. Esta clase de extrapolaciones, aunque parezca absurdo, fueron comunes al inicio de la década de los setenta, cuando el concepto de "una sola tierra" fundamentó la internacionalización de los movimientos ambientales.

El siguiente paso administrativo, del objetivo al estudio básico, presenta también riesgos de incoherencia. Como se ha mencionado atrás, los modelos tienen vida propia en el patrimonio de las burocracias y ellos mismos, los burócratas, tienden a maximisar esa vida útil cuando desciende su propia creatividad, en la misma forma en que el empresario industrial tiende a maximisar la vida útil de su equipo cuando desciende su ímpetu innovador o sus reservas de capital. Es así como la burocracia tiende a ofrecer para cumplir el nuevo objetivo modelos elaborados para contestar antiguas preguntas. Esto les permite hacerse útiles sin correr el peligro de perder posiciones de poder a manos de quienes pueden construir el modelo adecuado. Esta primera trampa de incoherencia puede presentarse en forma muy elemental, como cuando se utiliza el único mapa existente, a la escala disponible, para trazar sobre la mesa de un Consejo de Ministros una carretera. El trazo así elaborado sobre un mapa desactualizado, a escala pequeñísima y en dos dimensiones, modelo completamente inadecuado pero único disponible para la burocracia presidencial, se convierte en el primer modelo de ese objetivo y al ser trazado al más alto nivel de decisión adquiere carácter casi sagrado aún cuando el aumentar la escala se encuentren pasos difíciles, ríos demasiado anchos, bosques valiosísimos, pantanos o agudas pendientes que aumenten paulatinamente el costo social de la acción sin que nadie se atreva a modificar una decisión que probablemente nunca tuvo la intención de adquirir ese carácter definitivo.

En ocasiones los modelos mantienen su perdurabilidad por razones más sutiles que las posiciones burocráticas. Sucede esto cuando el modelo ha sido concientemente elaborado de acuerdo con una línea ideológica, siguiendo una cadena dentro de un mismo paradigma. En ese caso el modelo permanece vivo no como patrimonio burocrático sino como

capital político, fundamentado en raíces ideológicas y filosóficas y protegido por sus representantes dentro del estado.

La incoherencia entre estos modelos y los objetivos del estado se presenta cuando estos son concientemente pluralistas o cuando existen líneas ideológicas infiltradas diferentes a las de quienes establecen los objetivos. Puede entonces suceder que un diagnóstico marxista con objetivos marxistas tenga que utilizar como estudios básicos los elaborados siguiendo paradigmas positivistas, como sucede a menudo en el Tercer Mundo en donde la tecnología para realizar estos estudios ha sido transferida desde fuentes pragmáticas o, viceversa, un diagnóstico pragmático, puede ser utilizado por un gobierno marxista para fundamentar sus objetivos y, para complicar más las cosas, los únicos estudios básicos disponibles pueden haber sido orientados por la visión de un geógrafo físico determinista.

Lo anterior no es evidente a la visión general de ciertas clases políticas que perciben los modelos técnicos como entes neutrales de valor universal y que no admiten o no quieren considerar la posibilidad de su relatividad ideológica. Para ellos el "diagnóstico" o el "estudio básico" al ser presentados como documentos "técnicos" adquieren valores por encima de las consideraciones políticas sin darse cuenta de que al escoger, entre el universo observable, unas pocas variables (GARCIA-82) y operaciones y al determinar las preguntas que deben ser contestadas, quien diseña los modelos está determinándolos según su propia visión del mundo.

Un tercer tipo de incoherencias se presenta no por motivos burocráticos o ideológicos sino por circunstancias profesionales. Hemos visto como la definición de ambiente es relativa a la percepción individual o colectiva y como esta percepción tiene que consultar a la memoria. Al estar nutrida esta memoria en forma unidisciplinaria el conjunto de datos determina su visión del mundo. El modelo elaborado por un grupo de economistas será diferente al elaborado por uno de ingenieros civiles. Volviendo al ejemplo de la carretera, si los estudios básicos para concretar el proyecto son elaborados por ingenieros civiles las variables que ellos tomarán en cuenta serán diferentes a las que considería un grupo de geógrafos; el objetivo, que era multidisciplinario en sí, construir una carretera para el desarrollo de un país, no es coherente con el modelo que se utiliza para definirlo, si éste, el mapa, se restringe a presentar las tres dimensiones básicas sin informar sobre los bosques existentes, la importancia de los ríos, la inestabilidad de los estratos geológicos, la presencia de comunidades nativas, etc.

Finalmente es preciso tener en cuenta que la organización transnacional de la actividad de consultoría y el fortalecimiento de los sistemas de organización electrónica de información han hecho posible una alta ingerencia del poder de grupos financieros industriales y comerciales en el proceso de gestión y adopción de modelos. Los modelos gestados a muy alto nivel académico son sistematizados y comercializados como "soft ware", como cajas negras que se pueden poner a funcionar en equipos electrónicos de marcas específicas y que producen información suministrándo los insumos adecuados a cada modelo. La utilización de estos modelos, indispensables para mantenerse si no al nivel por lo menos no alejados formalmente de la ciencia y la técnica contemporáneas, plantea muy graves problemas de incoherencia con los objetivos de cada estado.

Las hipótesis tácitas de dichos modelos son generalmente escogidas como válidas para circunstancias específicas que pueden no existir en otros entornos y cuya no existencia naturalmente invalida los resultados del modelo. Ejemplo interesante, aún cuando no extremo, es la utilización de modelos de procesos de eutroficación para el manejo de depósitos de agua. Los modelos disponibles hasta hace muy poco tiempo habían sido desarrollados para estanques situados en zonas templadas; recientes desarrollos investigativos han demostrado que las ecuaciones válidas para lagos tropicales tienen diferencias significativas que indican métodos diferentes de aproximación al problema.

Los procesos de selección de modelos explicados arriba pueden producir diversos tipos de incoherencias; algunas tendrán que ver simplemente con la escala de los modelos, otras con el grado de agregación de las variables, otras con el conjunto de variables y operaciones incluidas o algunas pueden referirse a la forma del modelo, a su funcionamiento o a su estructura interna.

Las incoherencias entre objetivos y modelos debidas al grado de agregación de las variables y a la escala del modelo se producen cuando las acciones determinadas por el objetivo afectan conjuntos de variables no especificadas en el modelo por estar incluidas dentro de grupos tratados homogéneamente. En el ejemplo de trazado de una carretera ésta puede afectar o ser afectada por características del terreno incluidas dentro del punto o grano más pequeño de su impresión tipográfica y por lo tanto no pueden ser tenidas en cuenta por quienes efectúan ese primer trazo.

El conjunto de operaciones y variables incluidas en el modelo puede ser incoherente con el objetivo que lo usa cuando este conjunto no incluye aquellos elementos ambientales que pueden ser afectados significativamente por las acciones que implica el objetivo. En el ejemplo anterior, aún el uso de un mapa a escala mayor puede llevar a incoherencias si en este mapa no están representadas las diferencias de nivel o si los bosques y clases de suelos no están adecuadamente clasificados.

Los modelos, en general, pueden ser físicos o abstractos y esa definición formal puede llevar implícita una incoherencia con el objetivo buscado si ella afecta la posibilidad de crear un ámbito adecuado para el estudio del desarrollo de la acción ya que en el estado actual de la técnica de modelaje algunas operacions y variables no pueden ser modelados por los algoritmos existentes o su similación física está por encima de los recursos de construcción. El cumplimiento del objetivo de mejorar la calidad de agua de un depósito puede encerrar la necesidad de simulación de varios procesos limnológicos, algunos de los cuales pueden abstraerse en modelos matemáticos, otros dependen de la forma específica del embalse y necesitan algún tipo de representación física para su correcta simulación.

El funcionamiento estático o dinámico del modelo puede también ser incoherente con el objetivo buscado en la medida en que este tenga interelaciones con procesos de mayor o menor velocidad de cambio. Si se emplea un modelo estático para proyectar la ejecución de un objetivo que es esencialmente dinámico o que desencadenará procesos dinámicos, las acciones estarán simuladas sólo por un punto de una cadena de hechos cuya trayectoria puede alcanzar valores muy diferentes. El empleo de un mapa para estudiar los efectos de una carretera sobre los bosques de una región no es coherente con el objetivo de protección de esos recursos naturales por mayor que sea la escala y por muy bien que estén representados estos bosques pues el proceso de deforestación dado su dinamismo requiere de modelos actualizables periódicamente.

Los modelos contienen objetivos internos que determinan su estructura, sus funciones y sus indicadores. Estos objetivos pueden o no ser coherentes con el que actualmente se busca al emplear el modelo. Un mundo construido para optimizar una variable específica puede no ser el indicado para lograr un objetivo relacionado con el desarrollo de un grupo de variables. Un modelo de simple simulación de las interelaciones de un conjunto de variables puede ser tan general que imposibilite su utilización para un objetivo más restringido. El cumplimiento del objetivo de mejorar la calidad de agua de una corriente puede utilizar muy diversos modelos; si se reduce a uno solo de ellos como el que maximiza la presencia de oxígeno estara cumpliendo solo la parte concerniente a las relaciones de esa calidad de agua con uno sólo de sus usos.

C. INCOHERENCIAS ENTRE OBJETIVOS, MODELOS E INSTRUMENTOS

Los instrumentos que utiliza el estado para concretar sus acciones según sus objetivos y modelos pueden también ser incoherentes con ellos, originando no sólo ineficiencia en la consecución de los mismos objetivos sino afectando el ambiente o sea el resto de la realidad circundante.

Como ocurre con los modelos, los instrumentos existen tanto en el patrimonio del estado como en el mercado y su existencia obedece a los objetivos de quienes los han creado.

Para el cumplimiento de sus objetivos específicos los estados pueden crear sus propios instrumentos, acudir a sus propios almacenes o ir al mercado. La decisión está naturalmente relacionada con los recursos que el estado está dispuesto a dedicar a una acción específica. La escasez real de estos recursos o la decisión de minimizarlos para cumplir algunos objetivos puede conducir al empleo de instrumentos insuficientes o no adecuados con el consiguiente desequilibrio y subsiguiente transferencia de energía y materiales. La utilización de instrumentos del mercado tecnológico comercial o de los existentes en los sistemas de cooperación técnica internacional puede también conducir a la elección de instrumentos no coherentes con las características del ambiente. La reutilización de instrumentos diseñados para otros objetivos puede ocasionar ineficiencias de diversa índole y desviación de las acciones hcia otros objetivos.

Como sucede en el caso anterior, la existencia de círculos de poder financiero, ideológico, profesional o simplemente burocrático puede inducir la utilización de instrumentos no adecuados ni a los objetivos ni a los modelos.

En el proceso de decisión de instrumentos el estado debe escoger entre las opciones jurídicas, económicas, infraestructurales, informáticas, organizativas, productivas y distributivas más adecuadas a cada objetivo y para ello tiene que ser capaz de esclarecer su valor entre los que ofrecen los diferentes grupos.

La matriz del mercado de instrumentos entre los cuales debe decidir el estado es, entonces, en extremo compleja. Teóricamente cada uno de los grupos de poder puede ofrecer soluciones instrumentales diferentes, aún cuando pueden suceder coincidencias formales o coyunturales ya que, en ocasiones, los intereses de varios grupos coincidirán en señalar iguales instrumentos, los cuales no necesariamente serán coherentes con los objetivos estatales.

La sabiduría de quien decide está en escoger aquellos instrumentos que en ese complejo mercado sean coherentes con el incumplimiento del objetivo estatal. Ofreceremos algunos ejemplos.

El cumplimiento de un objetivo general como el desarrollo integral de una región al buscar los instrumentos adecuados para su cumplimiento encuentra las más diversas ofertas jurídicas, organizativas, informáticas, infraestructurales, productivas y distributivas para conformar los respectivos proyectos: nuevas leyes, sistemas de control policivo, organización de cooperativas, sistemas de educación am-

biental, extensión agropecuaria, bancos de datos, cursos de entrenamiento para funcionarios, carreteras, viviendas, viveros, distritos de riego, bodegas, agroindustrias, subsidios, políticas de precios, créditos, producción directa estatal, etc. La coherencia entre ellos y el objetivo puede percibirse analizando el diagnóstico y los estudios básicos correspondientes pero aún con modelos adecuados para estas dos etapas la escogencia del instrumento es labor compleja.

Aparece claramente en el ejemplo anterior la necesidad de coherencia de la secuencia objetivo modelo-instrumento. Si el modelo con el cual se ha efectuado el diagnóstico no ha tenido en cuenta la integralidad del ambiente biofísico-económico-social y se ha referido solamente a un sector o un grupo de sectores, los instrumentos referidos a ese segmento ambiental aparecerán a los ojos de quien decide como los más coherentes y esta falsa afinidad modelo-instrumento llevará la acción del estado fuera del objetivo inicial. Si los estudios básicos ha han incluido solo la descripción de las variables físico-bióticas aparecerá como si los instrumentos fueran los adecuados para impulsar el asentamiento rural en zonas que pueden ya estar ocupadas por otras comunidades o que fueron ocupadas con resultados adversos en épocas anteriores. Un diagnóstico más integral hubiera señalado la necesidad de profundizar la situación socio-económica o identificado la urgencia de adoptar instrumentos de política social y económica. Por otra parte, la presión de un grupo específico, profesional, financiero, burocrático, político, etc., pueden también, como en el caso anterior, forzar la introducción de instrumentos no coherentes u obstaculizar la adopción de instrumentos contradictorios con sus objetivos de grupo. Un grupo profesional de ingenieros puede impulsar, como única solución la construcción de carreteras, los grupos industriales pueden estar de acuerdo con esta definición instrumental en razón de la existencia de inventarios internacionales de maquinaria y la opinión de estos dos grupos puede hacer crecer tanto la importancia del componente que agote la reserva de recursos o los minimice para la adopción de cualquier otro instrumento.

En forma similar la preponderancia de un concepto ideológico como el liberalismo económico unido a los intereses de la banca internacional pueden forzar una política de desarrollo de nuevas tierras mediante la utilización de instrumentos como las concesiones y las políticas de comercio exterior, de crédito y de precios.

Las posibilidades de error son numerosas y en la mayoría de los casos la selección de los componentes instrumentales de un programa se hace en forma acelerada, lo cual aumenta el peligro de incoherencia. En el ejemplo anterior los círculos burocráticos pueden ofrecer en los estados débiles como único instrumento de su patrimonio una estructura legal de incentivos fiscales y esta coincidencia con el pradigma de libre empresa, unida a la necesidad de hacer algo puede transformar un programa de desarrollo integral en un esquema de incentivos legales para aumentar los márgenes de ganancia de grupos reducidos de empresarios. Es aquí necesario recordar que la sola definición general del instrumento puede ocultar diferentes opciones de diseño y de utilización. Un componente de educación ambiental puede significar cosas muy diferentes según sea diseñado. Una carretera puede impulsar la producción de suelos de primera clase o la deforestación de un Parque Nacional. La definición de un componente instrumental es solo un paso más en otra cadena más de modelos instrumentos en donde poco a poco el estado se aproxima a su contacto con la realidad. Los últimos detalles de esta secuencia, la escogencia definitiva de un diseño específico de una maquinaria, la decisión de un ingeniero de campo sobre un ponteadero puede implicar la iniciación de procesos no previstos en todo el período de planificación.

D. CONTRADICCION ENTRE OBJETIVOS Y REALIZACIONES FINALES DEL ESTADO

No por lo obvio deja de ser indispensable señalar que aunque se conserve la coherencia de la secuencia objetivo-modelos-instrumentos siempre es posible y probable que la realización final del estado esté en contradicción con el objetivo buscado.

La probabilidad de esta contradicción disminuye cuando se trata de un objetivo simple y pequeño y aumenta según la complejidad y magnitud de este multiplica los puntos de contacto entre los instrumentos finales y la realidad física, biótica, económica y social.

Lo que se prueba en esta etapa final es la coherencia entre la realidad y todo el conjunto de análisis-síntesis estatales con sus correspondientes hipótesis sobre esa misma realidad.

En términos generales es posible decir que una acción del estado fracasa cuando falla en introducir adecuadamente los elementos e interelaciones ambientales en la ejecución de sus objetivos o sea cuando no cuenta con el medio económico, no tiene la colaboración del medio social y no es compatible con el medio físico-biótico.

En efecto, la acción puede haber sido planeada adecuadamente hasta el nivel de diseño pero es en la ejecución de la misma cuando ocurre la introducción real de la dimensión ambiental en formas muy concretas. Es entonces cuando la imagen, necesariamente reducida y muchas veces estática de la realidad, choca con un universo complejo y cambiante, con las naturales consecuencias: las máquinas de remoción de tierra encuentran los estratos inestables o las discontinuidades en las asociaciones de suelos fértiles, los leñadores se enfrentan con las comunidades de primates que se creían extingui-

das, las presas conforman habitats para el anopheles, el ácido empieza a corroer los metales, los malos caminos no permiten la entrada de las turbinas, las comunidades nativas se oponen al paso de los tractores o, finalmente, se demuestra si los fondos asignados al proyecto están o no en caja en el momento en que es necesario pagar a los obreros. Es aquí y ahora cuando ocurre la prueba inicial de la eficiencia de la introducción de la dimensión ambiental en las actividades del estado pero este fuerte proceso de adaptación al ambiente se mantendrá a lo largo de la construcción, de su vida útil y de la última etapa de deterioro y muerte. Tanto el medio físico-biótico como el socio-económico cambiarán continuamente mientras la realización del estado, en la mayoría de los casos, estará rígidamente definida, como una piedra en la mitad del camino de la evolución, forzada a mantener su forma y contenido por las estructuras burocráticas y políticas hasta que estas se percaten de la necesidad del cambio.

E. CONTRADICCIONES ENTRE LOS OBJETIVOS DE LA COMUNIDAD Y LOS DEL ESTADO

Finalmente es necesario recordar que el análisis hasta este punto han mantenido tácita una hipótesis fundamental: la validez de los objetivos estatales enfrente a la comunidad.

Hemos supuesto que los objetivos escogidos por el estado, en una u otra forma, son válidos desde el punto de vista ambiental o sea que su correcto cumplimiento no origina el deterioro o la degradación del ambiente físico-biótico, social y económico.

Hemos visto como es complejo el análisis de las contradicciones entre los diversos objetivos del estado pero no hemos considerado la posible existencia de objetivos comunitarios que al enfrentarlos con los del estado materialicen problemas ambientales. Lo anterior se presenta en la medida en que el estado no tenga la capacidad de representar adecuadamente los intereses de la comunidad que lo ha formado. La probabilidad de que ello suceda aumenta en diversas circunstancias y se torna imposible de evaluar cuando consideramos no sólo los objetivos de la comunidad actual, sino de sus descendientes o sea de las comunidades futuras. Esta última posibilidad, la de que el estado actual actúe en contradicción con los intereses de ls generaciones que están por venir sustenta los análisis ambientalistas que estudian el problema de los procesos irreversibles y de la extinción o agotamiento de recursos. El punto es en extremo complejo lo cual no es obstáculo para que se perciba como de extrema importancia por los riesgos que implica. El tema de la posición del estado hacia el futuro de la comunidad escapa del discurso ambiental como ocurre con el tema general de la representatividad de la comunidad y no podemos pretender en este breve estudio abordar un asunto que es de fondo para toda la teoría del estado por lo cual nos reduciremos a hacer anotaciones sobre algunos de los casos de contradicción que son importantes históricamente desde el punto de vista ambiental por el significado de su impacto, como ocurre con contradicciones de tipo internacional, clasista, o cultural.

Las contradicciones de tipo internacional se presentan cuando el estado se reduce a ser vocero de intereses transnacionales en oposición con los de su propia comunidad. Desde el punto de vista ambiental la adopción de objetivos generados por intereses no residentes origina la desvalorización efectiva de aquellos elementos del ecosistema que no puedan ser considerados como recursos por tales intereses y por lo tanto el aumento del riesgo de su degradación o destrucción. El clímax de esta situación lo percibió el planeta en las etapas imperialistas del siglo pasado cuando los continentes eran saqueados por entidades que habían suplantado los mismos estados nacionales pero en nuestros días el poder de las compañías transnacionales hace surgir riesgos semejantes.

Las contradicciones de tipo clasista han sido estudiadas por varios analistas desde el punto de vista de la incoherencia entre esquemas cuya prosperidad depende de la rápida acumulación privada de capital frente a la necesidad de supervivencia de las clases marginadas. El efecto de las sociedades de consumo sobre la renovación de los recursos o sobre las reservas de materiales estratégicos ha sido también examinado exhaustivamente por la literatura reciente.

Las contradicciones de tipo cultural se presentan en dos niveles: el de la anticultura, y el de las llamadas "comunidades nativas". El movimiento anticultura de los años sesenta y setenta ha llegado actualmente a su mayorla de edad en los parlamentos europeos pero en América Latina no parece haber sobrepasado su crisis de adolecencia y es reemplazado en el interés de la juventud por el análisis de los restos de culturas precolombianas cuya diferente actitud hacia el entorno es actualmente revaluada.

La presencia de estas y otras fuentes de contradicción entre el estado y la comunidad y de sus significativos efectos ambientales ha conducido a un resurgimiento relativo de la idea anarquista tanto en la izquierda como en la derecha en donde grupos comunales primitivistas y liberales manchesterianos se dan una tácita mano sobre el ideal de la destrucción del estado para la preservación del ambiente.

III

ALGUNAS SUGERENCIAS Y CRITERIOS

A. LA CONCILIACION DE OBJETIVOS

La conciliación de objetivos es el tema principal que debe ser abordado al discutir las posibilidades

de mejora del tratamiento estatal de los problemas ambientales. Como analizamos en el capítulo anterior pueden existir tanto contradicciones entre los varios objetivos adoptados por el estado como entre éstos y los que son considerados como válidos por sectores de la comunidad no estatal.

Analizaremos estos dos casos por separado.

1. Conciliación de objetivos internos del estado

En el punto anterior se analizó como el conjunto de objetivos aceptado por el estado al especificarse en cuanto a espacio, tiempo, técnica, economía, sociedad y cultura pueden generar contradicciones que conlleven problemas ambientales. Las técnicas generales de planificación tratan extensamente este tema y la importancia de instrumentos como los Planes de Desarrollo radica en la posibilidad de tratar en ellos todos el conjunto de objetivos del estado y así poder diagnosticar sus posibles contradicciones pero, como ya lo analizamos, es posible que la mayor parte de estas no surjan sino en un momento avanzado de la gestión estatal, cuando al fijar los parámetros de espacio, tiempo, etc., estos mismos parámetros hagan surgir los problemas. Parece entonces importante que en el Plan exista una temprana definición de parámetros en tal forma que en el período de revisión del plan estas contradicciones puedan ser detectadas. Esto no es fácil porque conlleva, en la mayoría de los casos, un conocimiento mayor que el que tienen los gobiernos al especificar el plan. Muchas veces en él, los objetivos se expresan en forma general y de ellos surgen los diferentes programas y proyectos en donde los objetivos se especifican cada vez más. Se sugiere, por lo tanto que el proceso de planificación incluya etapas específicas de revisión de estos objetivos conforme ellos van surgiendo de la enunciación de programas y proyectos en forma tal que pueda el estado visualizar las posibles contradicciones y adoptar las deciones del caso. En la mayoría de los casos no existe una etapa tal ya que los programas y proyectos tienen vía libre de las autoridades centrales con la sola condición de su conformidad con los objetivos generales. El donde y el cuando debería crearse esa etapa de conciliación es tema que se aparta de estas notas pero que es, sin duda, de enorme importancia.

2. Conciliación de objetivos comunitarios y estatales

Se observó al final del capítulo anterior como los problemas ambientales más graves surgen de contradicciones entre los objetivos adoptados por el estado y los que tiene la comunidad o parte de ella. Se anotó también como este problema es el fundamental de la ciencia política, lo cual nos excusaba de su tratamiento extenso. Sin embargo, parece conveniente insistir en que la problemática ambiental, como otros de la sociedad, tiene fuertes interelacones con la forma en que el estado sea capaz de interpretar los intereses de las comunidades. Diferentes analistas, han señalado la significativa importancia que en este proceso tiene la posibilidad de participación democrática tanto en la planificación como en la ejecución bien sea a través de grupos informales de presión política o como parte de las instituciones del mismo estado.

A esto deberían agregarse mecanismos adecuados para la protección de las minorías culturales cuyos intereses tienen a menudo que ver con la protección de habitats específicos que no tienen la misma importancia para el resto de la nación. Dentro de estas minorías debe tratarse no solamente el caso de las llamadas comunidades nativas (24) sino el de los grupos anticultura y el de los grupos conservacionistas. Estrechamente relacionados con estos últimos, está el caso de los objetivos de las comunidades futuras.

El interés de las generaciones que están por venir es argumento básico para todos los que percibimos tendencias de degradación en el medio que puede poner en peligro su supervivencia. Sin embargo, pocos argumentos tienen fundamentos tan frágiles. ¿Quién nos ha dado esa personería? ¿Por qué unos pocos somos los únicos interesados en el porvenir de los hijos de todos? ¿No es el estado el llamado a tomar todas las precauciones posibles para la supervivencia de la nación? El tema es complejo y roza con algunos tan importantes como la relatividad del concepto de irreversabilidad y los límites del desarrollo tecnológico. Las evidentes falacias de estudios recientes sobre los límites del crecimiento y la irrupción en el tema de toda clase de videntes ha hecho más difícil su tratamiento y como sugerencia válida parece solamente indicado señalar la necesidad urgente de que dentro del proceso de planificación se utilicen horizontes más largos y se tenga en cuenta tanto la información sobre los hechos históricos como sobre la voluntad de aquellos que al planear su futuro personal planean el de otros así como una visión de las estructuras sociales que determinan o dan autonomía a todos.

B. LA COHERENCIA DE OBJETIVOS Y MODELOS

La necesidad de coherencia entre objetivos y modelos de la realidad que se pretende modificar parece indicar la necesidad de fortalecer y racionalizar los mecanismos de gestión de los diferentes tipos de modelos. En efecto, hemos visto como desde la etapa de diagnóstico hasta la de diseño los modelos que se utilizan deben adecuarse a los fines buscados y como este proceso de adecuación es labor compleja que implica evitar la influencia de distintos grupos de presión, financieros, ideológicios, burocráticos y profesionales que buscan implantar sus intereses con desmedro, en ocasiones, del objetivo estatal.

El fortalecimiento del proceso estatal de identificación, evaluación, diseño, construcción o adaptación de modelos que diagnostiquen, simulen, optimicen o evalúen sus diferentes actividades es labor que implica acciones en diferentes niveles científicos y técnicos. En términos generales es posible recomendar una mayor asignación de recursos estatales hacia las actividades de investigación científica y de desarrollo tecnológico que permitan la elaboración de modelos adecuados para cada circunstancia.

Si relacionamos el análisis de la intervención de grupos de poder con esta recomendación general podemos identificar algunos criterios más específicos. Para disminuir la obsoletización de los modelos disponibles en la burocracia parece indicado crear o aumentar la inversión en los ya creados institutos encargados de los estudios básicos y en aquellos fondos que puedan orientar las investigaciones hacia el desarrollo de los modelos necesarios y el establecimiento de normas de revisión y de renovación para evitar que los modelos en si se constituyan en fuente de poder interno de grupos de funcionarios no técnicos y por lo tanto no interesados en su desarrollo sino en su permanencia.

La presión ideológica en favor de terminados modelos es cuestión compleja y de raíces profundas para cuya solución no pueden establecerse criterios concretos pero desde un punto de vista filosófico liberal, podría argumentarse en favor de mecanismos que hicieran explícitos a los ojos de quienes deciden, las raíces ideológicas de cada modelo y que permitieran las competencia en este mercado de diferentes grupos promotores. Con lo anterior por lo menos disminuiría el peligro de grandes incoherencias internas en donde el estado trata de implantar políticas específicas mediante un análisis de la realidad en donde lo observable ha sido definido de acuerdo con políticas opuestas. Debe sin embargo, recordarse que este explicitar de las interrelaciones modelos-ideologías no es tarea fácil y que en contra de ella existen preconceptos sobre la neutralidad de la ciencia y de la tecnología que son difíciles de combatir.

La intervención profesional en la etapa de decisión sobre los modelos utilizados puede racionalizarse estableciendo como criterio general la intervención interdisciplinaria en ella. De este modo puede, al menos, teóricamente, evitarse la llamada imperialización profesional en que un grupo predetermina la acción estatal al escoger tanto el modelo de diagnóstico como la clase de estudios básicos, los modelos de simulación, etc., limitando en tal forma las variables que sólo aquellos adiestrados en una profesión específica puedan manejarlas.

Finalmente la presión de grupos financieros en favor de paquetes tecnológicos o cajas negras que impliquen modelos de la realidad circundante debe tratarse como problema principalísimo por su actual magnitud.

La transferencia no evaluada de tecnologías de observación y simulación de la realidad, muchas veces contenidas en programas de manejo electrónico sólo puede contrarrestarse con un aumento significativo de la inversión pública tanto en capacidad de análisis de los modelos sectoriales como en los recursos necesarios para el diseño y la sistematización de modelos propios. La fuerte interelación entre el "soft" y el "hard" "ware" o sea las restricciones para usar programas en todo tipo de ordenador electrónico, añade también la necesidad de desarrollo propio de la capacidad de producción de ordenadores electrónicos para lo cual en la mayoría de los países sería necesario aumentar los recursos disponibles muy por encima de las disponibilidades actuales. Debe sin embargo, hacerse hincapié en que la similitud de objetivos y de entornos entre varios países hacen factible la cooperación internacional inter-tropical para reunir recursos y hacer este desarrollo tecnológico factible.

C. COHERENCIA ENTRE OBJETIVOS E INSTRUMENTOS

La mayor o menor coherencia de objetivos, modelos e instrumentos se define en la etapa de elaboración de proyectos. Es entonces cuando los técnicos y profesionales escogen los componentes y establecen las metas que sintetizan la utilización de los instrumentos.

Como en el caso de adopción de modelos, en este proceso influyen consideraciones de orden económico, profesional, político y burocrático y el lograr una síntesis coherentes de tales presiones con el objetivo original es labor compleja.

Como sugerencia general para aumentar la coherencia de estas interelaciones debe señalarse la gestión intersectorial de proyectos o sea la intervención de varios sectores en la definición de componentes y metas con el fin de disminuir el peligro de reduccionismo instrumental a lo que recomienda un sólo sector o disciplina.

Las presiones ideológicas no coherentes con la filosofía implícita en el objetivo estatal pueden también aclararse mediante la participación sistemática en el proceso de planificación de expertos en ciencias sociales conscientes de la estructura filosófica de esa acción estatal específica.

El problema económico y su fuerte interelación con las fuentes internacionales de financiación tiene, en la adoptación de instrumentos, más importancia todavía que en el caso anterior.

La escasez de capital y los métodos que actualmente se utilizan para distribuirlo o sea el uso de sistemas de costo beneficio para la evaluación de los proyectos puede conducir a la transformación de proyectos integrales en proyectos monosectoriales.

Algunas normas de financiación internacional como la negación a financiar gastos en moneda del país o la exigencia de licitaciones internacionales pueden también conducir a la adopción de instrumentos no coherentes con los objetivos adoptados. En general en este sentido puede decirse que ciertos instrumentos como las obras de ingeniería reciben tratamientos preferenciales de las fuentes financieras por la facilidad de apreciación de sus resultados mientras instrumentos de otro tipo como los educacionales o de protección de recursos no son fácilmente aceptados por diversas razones.

En especial algunos métodos de evaluación de proyectos como la minimización de costos para objetivos aparentemente iguales, pueden conducir a la no consideración de instrumentos que se consideraban superflúos y cuya intervención no por marginal deja de ser vital para el éxito del proyecto. En este sentido puede recomendarse como criterio primordial el de tomar extremadas precauciones en el período de evaluación de proyectos para evitar que una falsa apreciación de costos y beneficios lleve a la eliminación de los componentes que le proporcionan al proyecto la condición deintegralidad imprescindible para evitar el acaecimiento de problemas ambientales.

Finalmente en este punto es preciso recordar la estrecha realización existente entre este análisis de incoherencias y el tema de tecnología apropiada. En la medida en que los estados promuevan la investigación y desarrollo de tecnología apropiada para instrumentar sus propios objetivos las tendencias hacia la incoherencia disminuirán y viceversa.

D. CONCILIACION ENTRE OBJETIVOS Y RESULTADOS

El contacto entre una cadena coherente y concreta de objetivos, modelos e instrumentos estatales con la realidad incierta, compleja y contradictoria exige un extremo cuidado en la etapa última de la acción del estado o sea en el período de ejecución.

Los problemas de operatividad han sido identificados por diversos analistas (25, 26, 56) como de mayor importancia dentro de la gestión ambiental del estado y varios criterios han sido señalados como adecuados para aumentar su eficiencia. Entre ellos sobresalen las sugerencias relacionadas con la descentralización de las decisiones y con la necesidad de su adaptabilidad a las condiciones variables del entorno.

Para ello se han diseñado metodologías específicas y se ha identificado la planeación regional como la etapa más apropiada para introducir la dimensión ambiental.

A esta evidente necesidad de adopción de una planificación blanda y descentralizada parece adecuado agregar el criterio estratégico para aumentar la eficiencia de la acción del estado.

La planificación estratégica hace énfasis en la necesidad de mantener abierto un abanico de opciones ante la incertidumbre que forma el ámbito de los proyectos. Este abanico de opciones debe mantenerse disponible a través de toda la gestión estatal, desde el surgimiento de la idea hasta la puesta en marcha del proyecto con el objeto de que sea posible acudir a las acciones más favorables cuando el lento develar de la realidad demuestre la existencia de errores en las decisiones ya tomadas.

Los anteriores criterios generales de planificación estratégica necesitan ser estudiados específicamente para su correcto enfrentamiento con la problemática ambiental pero no parece arriesgado identificar este tema como uno de los que mayores posibilidades ofrece para un mejoramiento de la gestión ambiental del estado.

BIBLIOGRAFIA

1. MELNICK, Sergio. Principales Escuelas, Tendencias y Estilos de Desarrollo. En Estilo de Desarrollo y Medio Ambiente. México, 1980.
2. VIDART, Daniel. Para una Epistemología del Ambiente. Bogotá, 1982 (fotocopia).
3. VENDRYES, Pierre. Determinismo y Autonomía. Barcelona 1969.
4. GARCIA, Pelayo Manuel. Las Transformaciones del Estado Contemporáneo. Madrid, 1980.
5. BUNGE, Mario. A Systems Concept of Society: Beyond Individualism and Holism en Theory and Decisión (10), 1979.
6. CARRIZOSA, Julio. Ecología Colombiana en El Gran Libro de Colombia, Bogotá, 1982.
7. CARRIZOSA, Julio. Recursos de hoy, Bienestar de Mañana. Bogotá. Banco de la República. Bogotá, 1984.
8. COLMENARES, Germán. Historia Económica y Social de Colombia 1537-1719, Cali, 1972.
9. BRAÑES, Raúl. La legislación Ambiental en América Latina, México, 1981.
10. CARRIZOSA, Julio. Situación Ambiental de la Cuenca del Plata, 1982.
11. CARRIZOSA, Julio. Inventario y Diagnóstico Preliminar de la Situación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en los países del Bloque Andino. Informe a CAF, 1982.
12. PNUMA. Diagnósticos sobre la Situación Ambiental en Centro América.

13. SIMON, Arthur. Ecología, realidad y modelos en Ecología Tropical (1). Bogotá, 1981.

14. HOLLING (ed.) Adaptive Environmental Assessment and Management. N. Y. 1978.

15. GALLOPIN, Gilberto. El Ambiente Humano y la Planificación Ambiental. Buenos Aires, 1981.

16. CARRIZOSA, Julio. Metodología para la Consideración de la Dimensión Ambiental en los Procesos de Planeación Ambiental 1981.

17. CARRIZOSA, Julio; LEYVA, Pablo. La Ampliación de la Frontera Agrícola en el Caquetá, 1981.

18. DRUCHER, P. Management (sin fecha).

19. MULLER, Paul. Sistema de Información Ecológica para la Planeación del Desarrollo en la República Federal Alemana y su Factibilidad de Transferencia, Bogotá, 1978.

20. EILA. Planificación Ecológica, Comarca de Ayllon. Madrid, 1975.

21. GOMEZ, Domingo. El Medio Físico y la Planificación, Madrid, 1978.

22. SIMON, Arthur. El Desarrollo del Darien. Un caso Práctico de Planeación Ambiental, Bogotá, 1978.

23. GARCIA, Alvaro; GARCIA, Eduardo. Las Variables Ambientales en la Planificación del Desarrollo en Ob. Cit. (23).

24. BIFANI, Paolo. Interelaciones o interdependencias: su importancia para un enfoque de sistema en PLanificación. Madrid, 1981.

25. GASTO, J. Armijo R. Nava, R. Ecosistema, 1979.

26. OFICEL, Fundación Bariloche. Documentos para proyecto Venezuela.

27. Colombia, Plan Energético, 1981.

28. Colombia, Plan de Aguas (en preparación).

29. PORTER, P. The Ins and Outs of Environmental Hazards. Minnesota. 1978.

30. ALVAREZ, José. La participación de la Comunidad en la Definición de las Políticas y Acciones Ambientales. Bogotá, 1978.

31. DEEB, Alejandro. El medio ambiente dentro del Proceso de Planeación. Bogotá, 1978.

32. SACHS, Ignace. Documentos sobre Ecodesarrollo 1973-1982.

33. FRIEDMAN, John. Territory and Function.

34. INDERENA. Proyecto de Bosques Comunales, 1976.

35. COLCIENCIAS. Subprograma de Investigaciones en Conservación, Aprovechamiento y Recuperación de Ecosistemas. Bogotá, 1982.

36. Perú, Plan Nacional de Desarrollo para 1982-1983.

37. Colombia, Plan de Desarrollo Rural Integrado 1973-1982.

38. Bolivia, Proyectos de reforestación comunal del Altiplano, 1981.

39. DEEB, Alejandro. El Medio Ambiente dentro del proceso de planeación. Bogotá, 1978.

40. Ecuador. Fundación Natural.

41. Colombia, Grupo Ecológico de la Universidad del Tolima.

42. MEADOWS, D. The Limits to Growth, 1972.

43. Fundación Bariloche. Catástrofe o Nueva Sociedad, 1977.

44. HARDY, C. Imaginar el Futuro, 1973.

45. EEUU. El mundo en el año 2000 – Informe al Presidente, 1981.

46. HITCH (ed) Resources for an Uncertain Future 1978.

47. QUEVEDO, Manuel – Acotaciones para una metodología de la Planeación y de la Prospectiva Urbana. 1973.

48. HAGGET, Peter. La predicción de Futuros Alternativos en Ob. Cit. (5).

49. GARRISON W.L. Geografías Futuras, en Ob. Cit. (5).

50. Varios. Toward the Yeard 2000 en Daedalus 1967.

51. COLCIENCIAS. Informes del Grupo del año 2000 – 1973.

52. Perú, Plan de Largo Plazo 1983-1995.

53. MABBUT, Richard - Holistic. Visión and the future of Gobernance. En Alternatives Futures, 1981.

54. CARRIZOSA, Julio. Conservacionistas vs. Desarrollistas en Colombia Geográfica, 1972.

55. CHURCHMAN C. West. The Systems Approach, 1968.

56. CROWTHER, Warrem. Información, estilos de Desarrollo y problemas ambientales en América Latina en Ob. Cit. (5).

57. COMMUNER, Barry. The Closing Circle.

58. CARRIZOSA, Julio. Guías para la preparación de estudios de Diagnóstico de la Situación Ambiental a nivel Nacional, 1981.

59. OKUN. H. Ambiente, Energía y Sociedad.

60. GARCIA, Rolando. "Conceptos Básicos por el estduio de Sistemas Complejos". CIFCA, 1982.

61. GLIGO, Nicolo "Medio Ambiente en la Planificación Latinoamericana" Vías para una mejor incorporación. ILPES, 1982.

62. CARRIZOSA, Julio. "Planificación del Medio Ambiente", CIFCA. 1983.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):321-345, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.575

Colombia: un archipiélago biológico

Luis María Murillo Quinche

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fís. Nat. 1951, 8: 409-431.



Luis María Murillo Quinche (1896-1974)

Desde muy joven Luis era muy interesado en la biología y tenía entre sus maestros los conocidos botánicos Santiago Cortés y el hermano Apolinar María. Ha leído en esta época ya mucho, entre otras la obra de Francisco Vergara y Velasco. Empezó con el estudio de insectos como prácticamente autodidacto. Terminó el bachillerato en 1917.

Como profesional se dedicaba al control de las plagas agrícolas; dirigió el Servicio de Entomología del Ministerio de Agrícola y luego la Subdirección del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional. Reunió una colección de más de 100.000 insectos.

Era miembro, entre otras, de la Sociedad Geográfica, de la Academia de Ciencias Naturales y esta de la Historia de Colombia; además de otras Academias en el exterior. En 1962 recibió el Orden de Boyacá. Su hija, Maria Teresa, ocupaba hasta hace poco su silla 14 en la Academia.

Luis era un científico de la entomología aplicada 'avant la lettre'.

Esta publicación del año 1951 consiste de dos partes: una introducción al tema por el Doctor Luis M. Murillo (p. 409-411) y un texto original del General de la República Francisco Javier Vergara y Velasco, nacido en Popayán en 1860 y fallecido en 1914 en Barranquilla. Este texto (p. 411-431) fue tomado de la Nueva Geografía de Colombia (1888).

Los tres mapas de Colombia incluidos en el texto me llamaron la atención porque me hicieron recordar la publicación de Thomas van der Hammen en el *Journal of Biogeography* en 1974. Thomas publicó también dos mapas de Colombia simulando el Pleniglacial y el Holoceno. Los Andes se ven como islas grandes con mucha conexión entre páramos y bosques (Pleniglacial) y como islas pequeñas destacando el aislamiento entre estas islas (Holoceno). Los mapas de Thomas son clásicos también, pero hoy día ya se presentan más detalles (p.ej. con la evolución de los frailejones estudiado por Mauricio Diaz granados y Jesus Mavarez). Suzette Flantua & Henry Hooghiemstra (2017) muestraron el 'flickering' del sistema durante las más de 20 épocas glaciares que han pasado por las cordilleras colombianas. La dinámica de las capas de nieve y los páramos han causado esta enorme fitodiversidad de alta montaña de hoy día. la diferencia en tiempo entre los mapas de Vergara y Velasco y estos de Van der Hammen son 186 años. Curiosamente Vergara y Velasco no han discutido estos mapas en su texto. El trabajo de Murillo & Vergara y Velasco tiene un lazo interesante para la ciencia de hoy día por el concepto de 'archipiélago biológico' (Murillo) y los tres mapas (Vergara y Velasco).

En el texto de Vergara y Velasco cado uno podría encontrar según su interés datos interesantes. Me llamó la atención como botánico ya la división de la flora en tres grupos: boreal, (neo-)tropical y austral, 91 años antes de mi estudio (Cleef 1979).

Antoine Cleef, Ph. D.
Miembro Correspondiente

Referencias

Cleef, A.M. 1979. The phytogeographical position of the neotropical vascular páramo flora with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. In: Larssen, K. & Holm-Nielsen, L., (eds.) *Tropical Botany,* pp. 175-184. Academic Press. London-New York.

Van der Hammen, T. 1974. The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. J. Biogeogr., 1: 3-26.

Vergara y Velasco, F.J. 1888. Nueva Geografía de Colombia. Bogotá.

COLOMBIA, UN ARCHIPIELAGO BIOLOGICO

LAS REGIONES NATURALES DE COLOMBIA

POR F. J. VERGARA Y VELASCO

Documentos recopilados y comentados por
LUIS MARIA MURILLO

Nunca llegué a definir mejor el sentido de la patria, como cuando las páginas de la "Nueva Geografa de Colombia escrita por Regiones Naturales", del General de la República Vergara y Velasco, iban mostrándome su imagen retratada en más de trescientas xilografías, quizá deficientes desde el punto de vista artístico, pero colmadas de acierto técnico, de afecto y de sinceridad. Entonces fueron las manos inexpertas de un niño las que voltearon las páginas del libro con torpeza y sugestiva curiosidad. Ahora, maduras y prudentes, siguen repasando las mismas páginas, que han estropeado las incesantes consultas y el tiempo ha amarilleado, sin que pueda cambiárselas por otras, pues que hasta hoy no hay obra alguna que pueda suplirlas, ni por la amorosa elaboración, ni por la sabiduría atesorada, palmo a palmo, por entre la maraña, por las vertientes escarpadas, llegando hasta las infernales hoyas ardientes, o trepando a las cimas heladas de los páramos.

La "Nueva Geografía" fue obra de larga gestación, y en forma alguna tomada de Reclus, como alguna vez lo insinuara el profesor Pablo Vila; en efecto: el 8 de octubre de 1888, es decir, varios años antes de que el geógrafo francés escribiera su capítulo sobre Colombia, le manifestaba éste a Vergara y Velasco, lo siguiente: "Estoy reconocidísimo por el envío que me ha hecho. La Nueva Geografía de Colombia me será de grande utilidad y de antemano me deleito con el pensamiento de estudiarla". Se trataba de la primera edición de la "Nueva Geografía de Colombia", inscrita el 9 de febrero de 1888 en el Ministerio de Instrucción Pública, para garantizar la propiedad literaria. La segunda edición es de 1892, y la tercera, que el autor señala como la primera oficial (las dos primeras fueron costeadas por el autor), salió profusamente ilustrada en 1901, de la "Imprenta de Vapor" de Bogotá.

Aunque de esa primera edición, muy anterior a los trabajos de Reclus sobre nuestro país, no tengo ningún conocimiento directo, podemos informarnos del carácter de su contenido, por un memorial dirigido al Ministro de Guerra, en 1902. por el general Vergara y Velasco; dice lo siguiente: "En 1888. y con recursos propios, emprendí la publicación de una Nueva Geografía de Colombia por el Sistema de Regiones Naturales, que fue bien recibida por el público..."

En la "advertencia preliminar" que el general escribió para su última edición, nos da una idea del estado de la geografía en América, y de la original importancia de su contribución: "Y no por vanidad personal —dice—, sino por bien entendido orgullo patrio, podemos afirmar que esta edición ilustrada de la Geografía de Colombia, no tiene par en la América Latina, y deja muy atrás cuanto en la materia se conoce de México a Chile y la Argentina; y si las ilustraciones no son perfectas desde el punto de vista artístico, en cambio constituyen una obra esencialmente nacional, ejecutada por jóvenes formados en la Escuela de Grabado, en maderas recogidas en las magníficas selvas colombianas".

Fue Vergara y Velasco, militar desde su mocedad, escritor y periodista por herencia, maestro siempre, e historiador, naturalista y fisiógrafo por una inclinación entrañable por su patria, y que debió tener por acicate ese bellísimo y sensual panorama colombiano. El sabio médico y naturalista Juan de Dios Carrasquilla, quien le hizo su colaborador en el Instituto Nacional de Agricultura en 1880 y 1888, debió orientar las inclinaciones de su joven colega por los campos de la climatología, la hidrografía y la geomorfología; es decir: de la geografía física, de la cual dejara una obra original, no superada todavía. Su estilo, muchas veces lírico, descubre los lazos que le unen a José María Vergara y Vergara, el donairoso literato, hermano de su padre, que supo loar los elementos de la naturaleza con el amor de Francisco de Asís, y con toda la bizarría de su caudal poético.

Si quisiéramos juzgar la obra científica de Vergara y Velasco por algún testimonio valedero de la época, nos bastaría recurrir al del famoso y mundialmente renombrado geógrafo Eliseo Reclus; veamos algunos aspectos de su correspondencia con su colega colombiano:

A principios de 1889 —por ejemplo— le escribía: "Esto que me dice de sus proyectos relativos al estudio completo del suelo y del clima colombianos puede hacernos esperar una obra grandiosa, y por mi parte, sería feliz yo de poder contribuír a su plan, así fuera en infinita proporción". Estos estudios proyectados por Vergara y Velasco fueron incluídos en la segunda edición de su "Nueva Geografía", y citados profusamente por Reclus en su extenso capítulo "Colombia", escrito más tarde.



General de la República Francisco Javier Vergara y Velasco. Nació en Popayán el 15 de junio de 1860; murió en Barranquilla el 21 de enero de 1914.

En los términos de la siguiente carta, firmada en 1893, está expresado, de relieve, el valor del discernimiento científico de Vergara y Velasco, puesto en duda por el ya mencionado profesor Vila: "Lo felicito vivamente por su excursión a la cima del Sumapaz y a las vertientes del Ariari; usted ha realizado preciosas investigaciones que contribuirán al progreso de la geografía. Si usted me lo permite, comunicaré el resultado de sus estudios a algunas sociedades de sabios, a menos que usted quisiera hacerlo personalmente". El final de esta carta —que muestra la profunda consideración científica que el sabio francés tenía por nuestro geógrafo, y que da testimonio, a la vez, de la ética profesional y de la nobleza de Reclus, muy diferentes de las que se hicieron patentes a Caldas por Humboldt—, dice lo siguiente: " su traducción comentada y corregida (se refiere a su capítulo "Colombia"), me parece admirable. En esta obra de colaboración es usted el maestro, puesto que sabe mucho más. Sin embargo, no es esta una razón para que yo le dé ese título dado mi carácter igualitario, pero sí para que me satisfaga con ese otro muy distintamente precioso de amigo. Cordialmente suyo Elisée Reclus".

Era tan grande la cultura de Vergara y Velasco, que se hizo popular; y tan múltiples sus facetas, que ofrecieron asidero a todas las bellaquerías. La envidia, esa liana amarilla que caracteriza cierto aspecto de nuestra raza, pudo treparse y enroscarse a su personalidad hasta hacerlo aparecer como un "científico charlatán".

Refiriéndose a uno de esos comentarios malévolos e irreflexivos que suelen llamarse de crítica, Jorge Roa, el distinguido hombre público, le escribía, desde Londres, al general: "Esto me ha causado tanta mayor extrañeza, cuanto he visto con especial satisfacción en los centros europeos apreciar los trabajos geográficos de usted, de una manera altamente lisoniera para el orgullo patrio. Cuando esto sucede en el mundo intelectual en que hay jueces de vasta competencia, desconsolador es saber que hubo notas de escasa apreciación de las labores de usted. Esto podría tacharse de ridículo, si no fuera más bien uno de tantos síntomas de nuestro pobre carácter nacional".

Y ese ciudadano admirable, escritor e ingeniero que se llamó Miguel Triana, escribía: "Puede asegurarse, sin riesgo de equivocación, que no hay papel público, de veinte años al presente, que no contenga algún escrito útil del laborioso investigador. La emulación impotente le hizo ridícula mofa, pero sus obras tuvieron eco al otro lado del océano, y un sabio de reputación mundial (Reclus) le tendió hidalgamente el laurel de la gloria".

Dice el profesor Pablo Vila en su "ensayo" que llamó "Regiones Naturales de Colombia" (1), refiriéndose a la obra fisiográfica de Vergara y Velasco: "Su autor se dejó conducir muy exclusivamente por la topografía y la hidrografía. Los factores climáticos y las actividades humanas son tenidos poco en cuenta..."

Ya tuve oportunidad de criticar al señor Vila por sus inaceptables y ligeras apreciaciones; primero, con mi intervención ocurrida en el Teatro Colón, en una de sus conferencias sobre sus "regiones naturales", cuando olvidó citar a nuestro fisiógrafo, y, un año más tarde (1944), por medio de unos "comentarios científicos" que publiqué en la página editorial de "El Tiempo", y que eran una crítica, quizá un algo irónica a falta de espacio para un severo análisis, de su "ensayo" escrito.

Vergara y Velasco hizo de los estudios de la geografía física de Colombia, una disciplina de toda su vida. La sola publicación de sus obras cubre un espacio de más de veinte años densamente trabajados, no desde un escritorio y tomando sus conocimientos de una biblioteca, sino de todo el territorio, hasta de los más recónditos parajes de la república. Su obra fue de análisis y de síntesis; de disección y de composición. La ordenación realizada por primera vez de las alturas, es el paso inicial de este proceso; él las contempla como una función del clima y de la vida. Viene luégo el estudio comparativo del relieve contemplado en todos sus perfiles y llanuras; después el análisis de ese origen orográfico que modeló las hoyas hidrográficas, dio curso a los vientos y formó los microclimas. Su estudio climatológico es una interpretación genial sobre el cual se desenvuelve la flora y la fauna. Finalmente, después de todo este complejo estudio escrito en más de cuatrocientas bien nutridas páginas, entra a describir las regiones naturales de Colombia, en una suerte de deducciones lógicas y que ocupan trescientas páginas más.

Las comarcas o regiones naturales de Vergara y Velasco son, en consecuencia, producto de un examen rigurosamente científico, que se desborda de ese monumental volumen de su "Nueva Geografía".

Quisiera que los lectores confrontaran con esta obra, la versión que de ella da el señor Vila, y con las "regiones naturales" del mismo profesor. De esta manera deducirían por sí mismos, de si a nuestro fisiógrafo "le faltó su método", como dice el profesor español, o si, por el contrario, fue dueño de uno maravilloso, el de la observación personal e inteligente realizada por todo el territorio colombiano y luego vertida en ordenadas y sabias conclusiones no exentas de errores, pero, en todo caso, originales y honradamente expresadas. Las consultas bibliográficas eran insignificantes y el plagio imposible.

Pero en donde el señor Vila resulta más censurable, es en el haber recogido en sus escritos los mismos elementos que sirvieron al ambiente ignorante y mezquino que rodeó al General, para renovar

(1) Publicaciones de la Revista "Colombia", de la Contraloría General de la República.

la predisposición de las gentes hacia su magnífica y valiosa obra, no superada hasta ahora, y que ha servido de permanente consulta a autores nacionales y extranjeros, aunque algunos hayan olvidado citarla en sus bibliografías como, me parece, debió sucederle al gran biólogo Frank M. Chapman.

Hay en la obra Dostojevskiana un personaje bueno como un ángel, ingenuo y manso como un idiota. Esta criatura endeble, torpe y pusilánime, que nadie quiere tomar en serio, de la cual se ríen todos y que no entiende esa vida cotidiana del Homo lupus disfrazado eternamente de oveja, es el Príncipe Muiskin, "el idiota", el hombre de sentimentalidad de niño.

Pero de otro modo, ese Príncipe dice cosas que mueven a la meditación, que no entienden los demás, que conmueven, que son geniales y que él extrae de su alma, como Platón debió concebir el nacimiento de las ideas primas en la concepción de su teoría intuicionista. Este extraño comportamiento de Muiskín, lo genera su "inteligencia principal", esa extraña inteligencia de los genios, generalmente torpes para la intriga, incapaces ante la lucha cotidiana de la vida.

Troyat, el mejor de todos los críticos-biógrafos de Dostojevski, da una grande importancia a esta "incursión de la inteligencia principal en el dominio de la inteligencia secundaria", pero, infortunadamente, deja su concepto en la superficie, sin ahondarlo, y es lástima, porque "El Idiota" es la novela más difícil de leer, pero la más grande del más genial de los escritores rusos.

Esa inteligencia principal y esa otra secundaria, son dos factores enlazados como en esa fórmula eléctrica de Joule: dado un poder total del entendimiento, éste se convierte en una función de la inteligencia principal o genial combinada con el vaolr de la secundaria o de la vida práctica. Estos dos factores se encuentran, pues, en una relación inversa.

Este discurso que parece alejarme del tema, me sirve, en realidad, para destacar mejor el carácter de Vergara y Velasco, y quizá el de muchos hombres que por poseer una genial inteligencia, no pudieron contar con una práctica propicia a las artimañas y a la incrementación de esos elementos que hacen fácil y muelle y colmada de simulaciones la vida.

Se presenta, a continuación, el capítulo de la "Nueva Geografía de Colombia": "Climatología"; en el próximo número se publicará el capítulo "Aspecto Físico", que comprende, propiamente, las Regiones Naturales de Colombia.

CLIMATOLOGIA

Si por clima entendemos el conjunto de las condiciones atmosféricas que afectan los órganos de los seres organizados, evidente será que depende de múltiples causas que pueden reducirse a tres: *temperatura, vientos, humedad,* siendo su variada combinación la que en cada zona o región hace que el clima se presente como una entidad distinta e importantísima, por así decir. Desde este punto de vista, es claro que el clima de Colombia, abarcado el país en su conjunto, es esencialmente tropical, es decir, cálido, húmedo y batido por el alisio; pero si con el conjunto se miran las partes, si se opone la llanura, donde aquellos tres elementos imperan sin contradicción, a la montaña, que los restringe y complica, entonces la frase *climatología colombiana* no puede emplearse sino en un sentido muy especial. En efecto, el occidente colombiano por su variado relieve, por sus cadenas y macizos, por sus terrazas y sus mesas, ofrece tan grandes contrastes, que posee toda la serie de los climas, los cuales entrecruzan diversamente sus curvas del día a la noche y de una estación a otra (1). Cada valle, cada

(1) Como el calor del centro del globo, si existe, no tiene influencia sobre la superficie, el calor de ésta proviene de la irradiación solar, cuya cantidad para un lugar dado depende de su latitud o inclinación de su horizonte con respecto al ecuador, por lo cual la temperatura disminuye de la equinoccial hacia el polo y del medio día hacia la media noche: por esto es la latitud media (45°) la que ofrece variaciones más rápidas en el calórico.

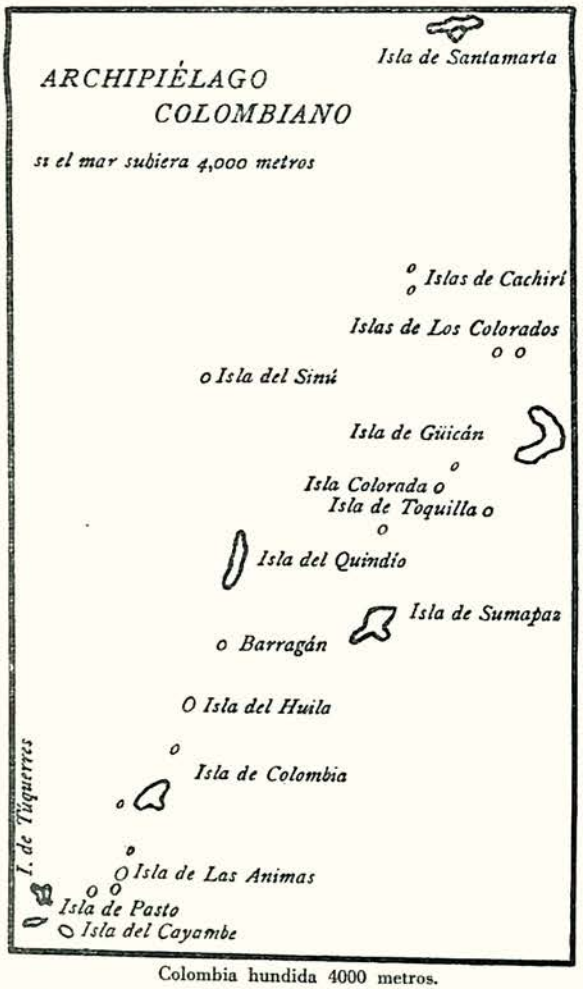
Mas, esto no es todo: la temperatura también baja a medida que nos levantamos sobre el nivel de los mares, por cuanto queda más y más lejano el reflector: pero esta disminución es variable, ya que su uniformidad quedará rota por las corrientes de aire, frías o calientes, propias de cada zona. Con todo, y como mera aproximación, puede decirse que la temperatura disminuye 1° con cada 180 metros de altitud, lo cual explica por qué en los trópicos las montañas producen como otro mundo superpuesto al natural y puede llegarse en breve espacio hasta el clima mismo de la región polar.

En resumen, la temperatura resulta de la latitud, de la altitud, de la dirección de los vientos y de la configuración del suelo; el trazo de las líneas isotermas, isóteras e isoquímenas resume la media de las variaciones anuales, bien que el examen de las producciones naturales del suelo sea el sistema de apreciación más exacto. El calórico del aire, aunque no basta a caracterizar un clima, forma la base de éste y resume las condiciones que ayudan a constituírle. Las medias diurnas y anuales son, por lo mismo, elemento de información indispensable.

Empero, la vida no es sólo calor, también es luz, y la riqueza de la vegetación depende en mucho de tal elemento, por lo cual está ligada al clima en que vive. No sucede lo mismo con los animales que, puede decirse, viven con el calor y la luz que han almacenado los vegetales. Por esto, en igualdad de calórico y demás condiciones, los vegetales llegan más rápidamente a la madurez y viven mejor bajo un cielo sereno y brillante, que bajo uno cubierto u opaco: prueba, los valles del alto Magdalena, y el Cauca. El calor es necesario para que la planta asimile y crezca: la irradiación solar es indispensable para la formación del fruto.

La iluminación de un lugar varía poco con la latitud o la altitud, mientras que la temperatura lo hace en sumo grado con ambas condiciones; mientras la repartición de luz difiere a partir del ecuador (donde es casi siempre la misma) con la altitud y la latitud que la hacen irregular según el mes. En ciertos puntos crecen plantas con poco calor, con tal que no falte la luz: se da la cebada en nuestros yermos páramos cuando en el verano el cielo se conserva limpio, y la papa madura mal en zonas algo inferiores pero nebulosas de ordinario; por lo mismo, en climas muy cálidos, pero a menudo opacos, no fructifica el trigo, que por la razón inversa lo hace en elevadas y frías mesas. Lo dicho acerca de los vegetales se refiere también al animal y al hombre, aunque en menor grado.

Las líneas isotermas (igual temperatura media) en el trópico no varían sino con la altitud, pero distan mucho de ser paralelas entre sí; suben y bajan de modo vario a lo largo de las faldas



Colombia hundida 4000 metros.

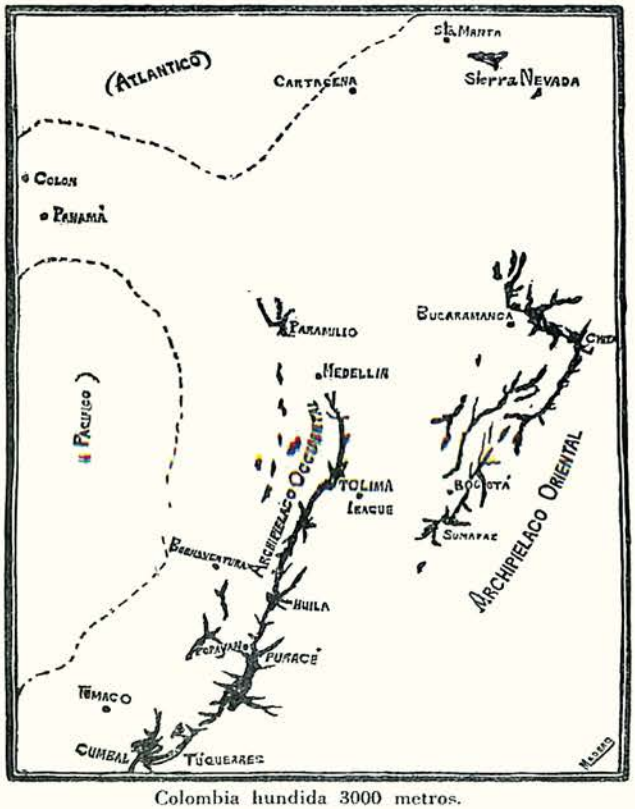
---

de las cordilleras; de ahí los grandes errores que se han escrito sobre ellas, consideradas en Colombia: más dista el Perú del ecuador y más alto principia allí el nivel de las nieves perpetuas. Las **isoquímenas** (igual temperatura de invierno) y las **isóteras** (id. en estío), poca aplicación hallan aquí, donde en cambio es preciso crearlas para la igual temperatura diaria y nocturna, por todos descuidadas y tan importantes en todo. Bogotá, por ejemplo, más frío que Tubará en el día, casi se le iguala en la madrugada! En general, las costas occidentales son menos cálidas que las orientales y el clima medio es más suave en ambas que en el interior de las montañas; los valles más angostos son más cálidos que los más anchos, y las crestas o cumbres tanto más frías cuanto más envueltas están por las bajas regiones cálidas, debido esto a la sola irradiación.

El aire que se calienta en el ecuador se eleva luego y se precipita sobre los polos (corriente ecuatorial), a reemplazar el frío que de allí corre (contracorriente polar) hacia aquél, acercándose en el trópico al suelo, por lo cual produce los **alisios** (vientos constantes) que se inclinan de E. a W. por causa de la rotación de la tierra. Las grandes corrientes atmosféricas se superponen o yuxtaponen y en su punto de contacto surgen remolinos, causa de vientos accidentales. Por esto los lugares bañados por la primera tienen mayor temperatura que los cruzados por la otra, salvo que los montes se interpongan, pues éstos hacen seco y frío todo viento cálido y húmedo. Por razones inversas el mar (como que las variaciones en su temperatura media son muy pequeñas) hace el oficio de regulador y causa la diferencia entre climas **marítimos** o **constantes** y **continentales** o **excesivos**. En fin, el mar y las montañas producen vientos locales por la diferencia de temperatura entre ellas y el llano o costa en el día y la noche, lo cual origina las brisas o vientos de vaivén; de noche va el viento de la costa o el monte al mar o al llano y de día sucede lo contrario. En fin, en cada lugar la orientación y relación entre relieves y hondonadas produce variaciones en las corrientes generales, variantes que no pueden fijarse sino tras observaciones prolongadas.

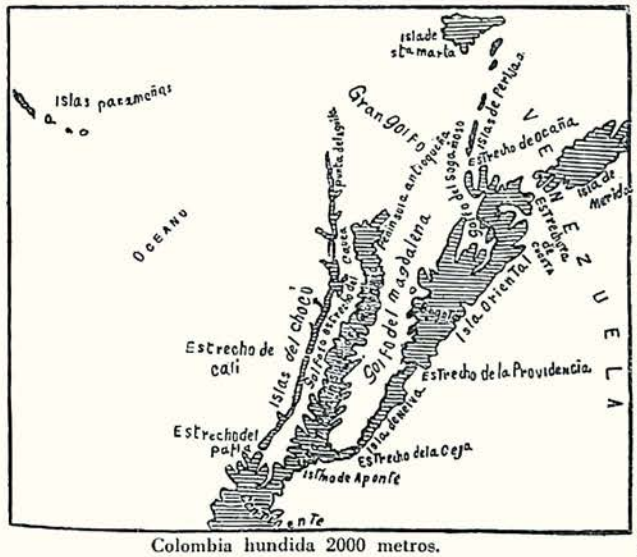
La humedad es la consecuencia del régimen pluvial unido a la pendiente y permeabilidad del terreno y a la facilidad de la falda, cada altiplanicie, tiene sus condiciones meteorológicas particulares, debidas al calor solar, a los vientos, a la humedad del aire y por lo mismo las grandes leyes climatéricas que rigen en los relieves del país no pueden indicarse sino de un modo general, prescindiendo de las mil variaciones locales; variaciones que se ven en el flanco de cada cordillera por el escalonamiento de la vegetación y la oposición de las escarpas desnudas y los selvosos pedestales.

Teóricamente, el *ecuador térmico* del globo debiera seguir al ecuador geográfico, pero prácticamente cruza por cerca de nuestro litoral atlántico, que como es refrescado por las brisas, lo rechaza un poco al sur, de suerte que si en dicho litoral la temperatura media anual oscila entre 27° y 28°, en las llanuras septentrionales de la Magdalenia sube a 31°. Ambas cifras aumentan un poco donde el suelo es arenáceo y carece de vegetación. Además, esa temperatura normal de 31° se acrecienta a 32 y 33°, si de la zona litoral pasamos a la continental, o sea las llanuras de la Orinoquia y parte de la Amazonia, porque hacia la vaguada del río de los ríos, por la facilidad con que lo baña el Alisio, disminuye otra vez a las cifras señaladas para el litoral atlántico. En tesis general, la temperatura es menos elevada en la costa del Pacífico y desciende hacia el mediodía (Tumaco 26°), por cuanto allí aún obra la corriente fría de Humboldt. La línea que enlaza a Tumaco con el Amazonas es aún más fresca; lo propio sucede con la que cruza la cordillera de Talamanca y con la que une el Ori-



Colombia hundida 3000 metros.

noco al Amazonas. En cambio, dentro de los pliegues andinos se encuentran valles donde el termómetro marca temperaturas superiores. En una palabra, prescindiendo de las temperaturas ocasionales o de ciertos lugares en ciertos días y épocas, tendremos que Colombia (con parte de Venezuela) es una especie de isla climática, con perímetro relativamente fresco que envuelve un extenso núcleo más ardiente, sobre todo al E., dentro del cual, hacia el NW., surge pequeña mancha que lo es mucho menos, y que en su seno guarda, a modo de fajas, porciones en que el calor desciende hasta llegar a 0° y a la vez encierra aquí y allá, por vía de contraste, como puntos, los sitios donde sube



Colombia hundida 2000 metros.

evaporación; el estudio geológico del suelo da la primera idea en el asunto; el del régimen de los vientos constituye la segunda. El grado ordinario de humedad ejerce influencia decisiva sobre el hombre y su higiene. Además, las lluvias establecen el régimen de los ríos, determinan su venaje y el número y caudal de las fuentes, y en ciertas comarcas hasta regulan la vida por su cotidiana periodicidad: la cantidad de agua que cae en cada estación es dato indispensable para fijar un clima. No es extraño ver en un río demorado el tráfico en sequía por falta de agua y al lado suceder la inversa en las corrientes salidas de madre; los estudios pluviométricos son difíciles y las medias locales están sujetas a muchas irregularidades accidentales.

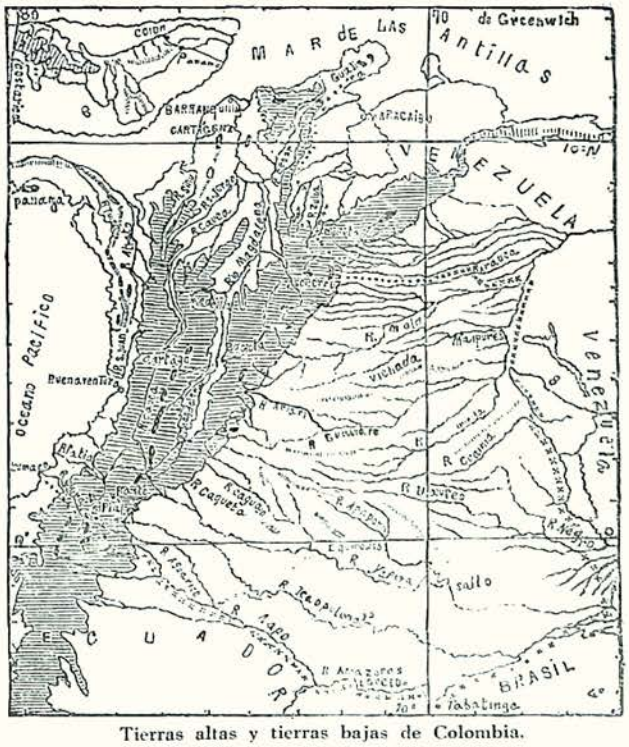
Con todo, entre los trópicos, a lo menos en las partes bajas o llanas, las lluvias siguen casi leyes matemáticas en su frecuencia y periodicidad. En la región de los alisios puede decirse no llueve jamás: el cielo se conserva puro y sólo de tiempo en tiempo ocurren grandes tempestades. En la de las calmas ecuatoriales llueve todos los días: allí los mismos alisios acumulan enormes cantidades de vapores que, apenas alzados, no tardan en convertirse en nubes espesas que forman anillo —pues no se resuelven del todo en lluvia— que absorbe parte del calor solar que intercepta, se disuelve y los vapores, dejados libres, son arrastrados por los contra-alisios hacia las latitudes superiores: una parte desciende de nuevo y se condensa bajo la forma de otros dos anillos de nubes que se estacionan en la región de las calmas tropicales, en los límites austral y boreal de los alisios; la otra parte es arrastrada hacia las zonas templadas por las corrientes ecuatoriales. Esto con ritmo perdurable, que según la marcha del sol predomina hacia uno u otro polo.

Pero no sucede lo mismo en las montañas donde hay grandes irregularidades que en general dependen del paso del sol por el zenit, de la altura, de la vecindad de las costas, de la extensión de los bosques y del cruce de las corrientes atmosféricas.

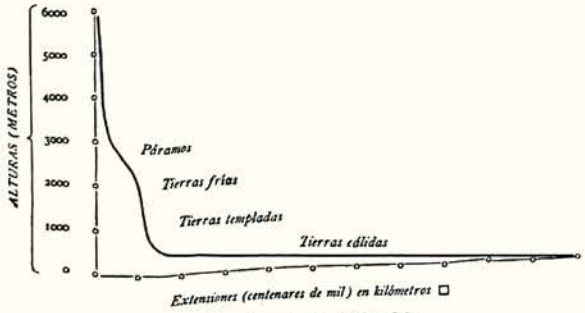
Además, según sea la temperatura a que se produce la condensación, el vapor atmosférico produce lluvia o nieve. La nieve persiste todo el año en las latitudes polares y en determinadas montañas, en donde la temperatura media anual tiene que ser a lo menos igual a 0°. La altitud del límite de las nieves permás el termómetro, es decir, los *infiernos* colombianos.

Todo país tiene una *exposición* general que no excluye las locales. Colombia se vuelve al oriente, pero muchos de sus grandes valles se abren al norte y otros lo hacen al S. o W. Una altura expuesta a 45° al medio día recibirá perpendiculares los rayos del sol cuando éste se halle a 45° de altura, en tanto que expuesta al N. los rayos rasarán su superficie sin calentarla; estas diferencias sensibles en simples colinas, se hacen enormes en las grandes montañas; no es raro hallarse con una falda cubierta de nieve, mientras la otra, a la misma altura, sustenta jardines. Toda altura expuesta al E. es menos cálida que la que mira al ocaso; los rayos de la mañana tienen que combatir el enfriamiento de la noche sobre la cima al E., en tanto que llegan sobre el de la exposición contraria (S.) cuando ella ha recibido largo tiempo la acción del aire cálido ambiente; por esto en la sabana es mayor la temperatura de la falda en que está Bogotá que la de aquella que sustenta a Facatativá. En los valles N. la temperatura crece con la sostenida reflexión de los rayos de una a otra banda, como lo testifican todos los de ese rumbo en los Andes, de clima superior a la zona en que desembocan.

El clima ejerce también considerable acción sobre el hombre. En tanto que el habitante de suelo cálido casi puede prescindir del vestido y no necesita sino frugal alimentación que adquiere sin mayor esfuerzo, el de los climas fríos se halla sujeto a mayor fatiga para procurarse vestido, abrigo y alimentos. Nada incita al primero a salir de su inercia; todo obliga al segundo a desplegar cons-


80
70 de Greenwich
MAR DE LAS Antillas
Colon
Panama
BARRANQUILLA
CARTAGENA
MAGDALENA
SANTA MARTA
MARACAIBO
10° N
VENEZUELA
Golfo de Venezuela
Océano Pacífico
Buenaventura
Maipures
Puerto Ayacucho
Esmeralda
Atabapo
Yavita
Caicara
Pto. Ordaz
Upata
Ciudad Bolivar
Tumeremo
Tucupita
Barrancas
Pto. Cabello
Caracas
Valencia
Barquisimeto
Maracaibo
Coro
Maracay
Puerto Cabello
Carupano
Cumana
Barcelona
Pto. La Cruz
Pampatar
Isla Margarita
Cumaná
Cabo Codera
Cabo Blanco
Cabo Paria
Trinidad
Tobago
Barbados
Martinica
Santa Lucia
Guadalupe
Dominica
Antigua
Barbuda
Puerto Rico
Haiti
Jamaica
Curazao
Aruba
Bonaire
Cabo de la Vela
Cabo Gallinas
Cabo San Roman
Cabo Tres Puntas
Cabo Blanco
Cabo Codera
Cabo Paria
Golfo de Cariaco
Golfo de Paria
Golfo de Maracaibo
Golfo de Triste
Golfo de Guinea
Golfo de Darien
Golfo de Uraba
Golfo de Morrosquillo
Golfo de Cupica
Golfo de Tribugá
Golfo de Urabá
Golfo de Morrosquillo
Golfo de Cupica
Golfo de Tribugá
Golfo de Guinea
Golfo de Darien
Golfo de Paria
Golfo de Triste
Golfo de Maracaibo
Golfo de Cariaco
Golfo de Venezuela
Golfo de Uraba

tante actividad variando sus manifestaciones; las necesidades de aquél no cambian, las de éste aumentan sin cesar. El uno es imprevisor, se deja arrastrar por las pasiones del momento; el otro aprende pronto a dominarse, busca solaces más levantados, se hace prudente y calculador, su espíritu adquiere facultades mayores de observación y raciocinio. Análogas diferencias hay entre el montañés y el habitante del llano. En efecto, próximas están las tierras frías y calientes, y en ellas difieren usos, traje, acento, costumbres, tipo. Según Ancízar, puede pintarse así este marcadísimo contraste: "Crece el *montañés o reinoso* rígido y musculoso como las cumbres que se oponen a su libre movimiento; los caminos orillan precipicios y le vedan la carrera, por lo cual es grave, lento y acostumbra marchar en fila india; el ruido bramador de los torrentes ahoga su voz desde la infancia, lo amedrenta luego el solemne silencio de los desiertos páramos, que de ordinario cruza sólo, con gran peligro, y se hace taciturno y reservado a la vez que audaz y reflexivo, por la grandeza de la lucha diaria que debe sostener. El *calentano,* sobre todo el de las regio-



Curva hipsógrafa de Colombia.

manentes depende de la situación geográfica de las cimas, de su altura, de su exposición y de la dirección general de los vientos: entre los trópicos se calcula es de 4.800 metros, pero en Colombia resulta de 4.560 a 4.650, según su distancia al ecuador, y en la vertiente expuesta a los vientos más cálidos siempre se conserva unos 100 metros más alta que en la opuesta, aunque, como se comprende, hay sus variaciones locales. Puede también asegurarse que es tal lo cálido de nuestro clima, que si las cimas hoy nevadas perdieran su nieve por algún cataclismo, no volverían a adquirirla: falta el centro condensador, y la estación invernal es demasiado breve para que produzca hielo, pues el medio anual de la temperatura del aire en nuestros nevados no alcanza a 0°.

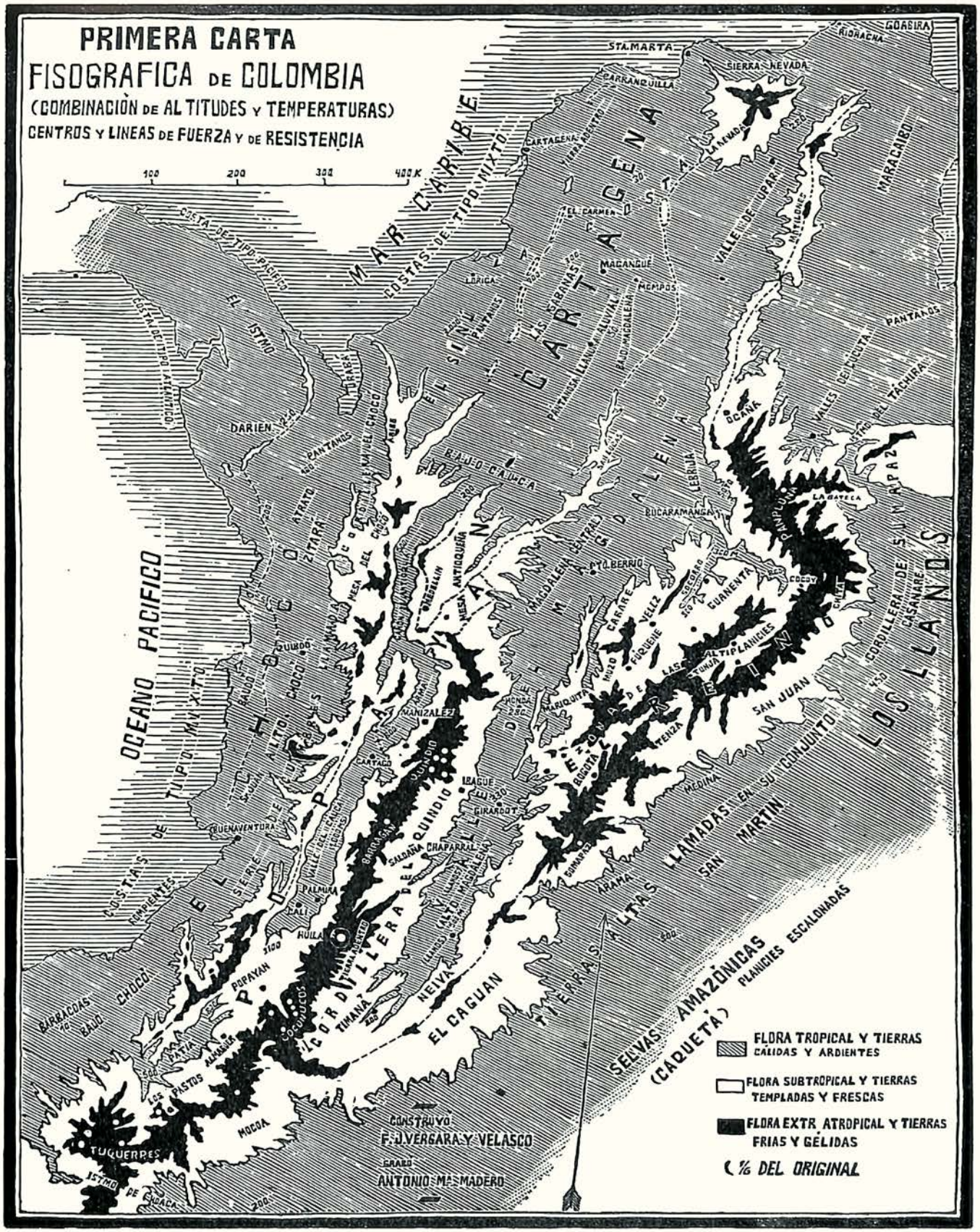
En fin, la naturaleza del suelo influye sobre los climas de diverso modo. Todos los terrenos no se caldean con la misma rapidez; los arcillosos e impregnados de sal enfrían la atmósfera; la arena seca aumenta el calor; suelo ligero calcáreo arenoso, da en general temperatura seca y salubre; los pantanos y las arenas húmedas, disminuyen el calor; las aguas estancadas se hielan con más facilidad y por más tiempo que las vivas; si el pantano se produce en clima cálido, es aún más funesto por los miasmas pestilenciales que desprende, salvo que haya corriente perenne aérea, pues donde el viento sopla seguido no puede haber atmósfera impura. A su turno, aunque con lentitud, el hombre actúa poderosamente sobre el clima, que sin el cultivo es siempre más malsano que con él; su mano consigue disminuír el vigor del suelo y hace habitables zonas que no lo son antes que el aire y la luz lo penetren íntegramente.

El clima tiene influencia considerable sobre la distribución de los seres organizados, en especial sobre ciertos animales que no pueden, como los pájaros migradores, cambiar temporalmente de patria. Por lo que hace a las plantas, preciso es distinguir las anuales de las arborescentes, y entre éstas los árboles propios de las herbáceas vivaces que resisten mejor el frío. A los cereales, por ejemplo, importa poco éste, con tal que durante cierto período hallen calor y, sobre todo, luz suficiente.

nes llanas, no se afana ni medita en el mañana, como que los árboles le ofrecen de sobra y espontáneamente ricos frutos, los ríos fácil y variada pesca, a la par que la caliente tierra le abruma con sus cosechas y le agobia con su calor, que no le obliga a mayores gastos en su traje y le incita a la vida muelle, perezosa, y, por tanto, a la sociabilidad y a mayor libertad en las costumbres, puesto que la noche, lejos de retraerle con el frío dentro del hogar, le llama al aire libre a buscar la suave, callada y refrescante brisa y la espléndida iluminación del cielo; canta y se hace locaz para formar ruido donde todo es silencio y hasta las aguas murmuran apenas. Se mueve con facilidad de una parte a otra, pero se hace inconstante, confiado, imprevisor; en él lo ideal domina sobre lo real, sólo que ese idealismo con frecuencia es más que prosaico". Quizá sobre nada obran tanto los dos climas como sobre el acento, el aseo y el amor; en tierra fría esta pasión de ordinario no echa hondas raíces y es más costumbre que otra cosa; el aseo, por desgracia es poco o ninguno y la pronunciación apretada con cierto ritmo de agua que borbota, mientras el calentano, más ardiente y muy aseado, habla con más lentitud y con cierto ritornelo agraciadísimo en labios femeniles.

La temperatura del cuerpo humano es poco más o menos la misma en todos los climas; en los fríos gasta enormes cantidades de calor y para reponerlas busca alimentos grasos, bebidas alcohólicas, y la respiración es más activa, por lo cual el *calentano* enferma del pecho al cambiar de medio; sucede la inversa al *paramuno,* cuyo hígado trabaja para separar el carbón incompletamente quemado por el pulmón. Verdad que en la montaña el hígado sufre por otras causas y por esto es la víscera más enfermiza en los climas tropicales, en donde la anemia es endémica arriba por falta de aire y abajo por exceso de miasmas; por lo dicho, también el cerebro del primero funciona mal en la montaña y el del segundo se fatiga muy pronto en las tierras bajas. La peor estación o clima en los trópicos es aquella en que un excesivo calor se combina con la humedad y estorba la transpiración cutánea, o en la montaña cuando el frío es tal y tan rápido el viento, que se paraliza la sangre en las venas. Por esto el hombre normal es el de los climas templados, no sujetos a influencias extremas y que a la vez puede plegarse a los dos; suya es, por esto, la tierra entera.

En verdad que en general no puede decirse cuál es el clima medio de Colombia, pues a más de ocupar 12° de latitud, alza tierras a muy diversas altitudes, tierras en que mil causas modifican el clima, hasta en zonas colindantes: sin embargo, atendiendo sólo a las áreas cálidas y húmedas, conforme queda dicho, puede considerarse la República como cálida y húmeda, con un apéndice frío y húmedo. La misma montaña no es barrera marcada por abrir sus valles de S. a N. a concluír sobre



Facsímil de una de las cartas del "Atlas completo de Geografía de Colombia" del distinguido ingeniero y fisiógrafo colombiano Francisco Javier Vergara y Velasco. Esta obra fue publicada en 1903 en una imprenta bogotana; contiene sesenta mapas xilografiados y representa, relativamente a la época en que fue editada, un esfuerzo prodigioso. La Sociedad Geográfica de París concedió a Vergara y Velasco, por su atlas, el premio "Charles Manoir", que sólo se ha concedido a los mayores esfuerzos cartográficos.

diverso mar y por dar libre acceso a los vientos de todo el horizonte por sus múltiples brechas.

Esto sentado, debemos pasar a consideraciones de otro orden. ¿Cuál es la temperatura media del trópico? Todo escrito sobre el asunto resultará errado si se olvida una distinción fundamental, la de los climas marítimos y la de los climas continentales. Por tanto, tendremos en el país tres puntos capitales que considerar: 1º, la zona marítima; 2º, los grandes valles interiores, y 3º, la llanura continental subdividida en selvosa y herbácea. Ahora bien: el término medio de las tres es 29.5 grados; pero si computamos la extensión o área de cada una de esas zonas, el guarismo no es el mismo, resultando entonces 30º5, mientras el de la sola montaña es de 20; la de todo el país, por áreas, 25°. En nuestras costas, 27°5 es la temperatura media, aumentada a 29° en la Goajira por la refracción de la arena y disminuída a 26 hacia Tumaco por la mayor frescura del Grande Océano, por lo cual también es un poco más cálida toda la costa atlántica que la pacífica. Los Llanos, al contrario, a a pesar de sus ríos, por falta de bosque y por estar batidos por vientos que se secan al cruzar a Venezuela, presentan en el fondo de la cuenca y en parte de las vaguadas del Meta, Casanare, Arauca y Apure, hasta 32°–33° (la cota 180 metros), sólo disminuída por causas locales; temperatura que hacia las faldas de las serranías o en los relieves del ocaso disminuyen 27°–28° (la cota 600 metros); algo menos al pie de la Nevada de Chita y hacia el Atabapo: el clima medio del llano es, pues, 31°. En el Caquetá, la selva refresca un poco la temperatura, la que oscila de 31° a 30° hasta los 200 metros, pero en cambio no se reduce a 27° sino al rebasar los 600 metros, debido a ser el centro un saco sin salida. Cuanto a los valles interiores, tenemos que el bajo Magdalena, sin la costa, ofrece temperatura media de 29°, salvo hacia Sicuco, frente a Valledupar, donde sube a 30°, calentado por el aire de éste que llega a 31° por sus arenas desnudas. Los mismos 29° dominan el Magdalena central y el alto, en faja eso sí más y más estrecha, hasta Neiva, bien que las areniscas ayuden a tal resultado en la parte alta. La temperatura en cuestión avanza por el Cauca hasta Cáceres, pero en las sabanas de Bolívar y el Sinú la templa el aire del mar, como sucede en los valles de Cúcuta, en tanto que la cuenca del Patía es refrescada hasta 27° por sólo los vientos de las serranías. En los demás valles bajos de nuestras montañas el clima oscila entre 23° y 26°, como sucede en Panamá y en las faldas del Chocó, mientras en los medios es de 20° a 18°; en los altos y en las altiplanicies es de 10 a 15°, y en las crestas culminantes de 1 a 7°. Todos estos climas son más sostenidos en la llanura que en la montaña, y de ahí la infinita riqueza y hermosura de ésta a cierta altitud; en efecto, como Colombia es tierra tropical, su temperatura sólo varía con la altitud, bien que ésta se modifique de un modo extraordinario con la exposición, la humedad, la vegetación, la amplitud de los valles, la estación, los vientos y, sobre todo, con las depresiones y alturas vecinas, pues aquéllas dejan pasar aires de otros puntos diferentes en temperatura y éstas enfrían el suelo tendido a sus pies.

Graves inexactitudes se han escrito sobre la temperatura de Colombia. Antes se calculaba que de 0 a 1.000 metros la temperatura media ascendía a 25° (máximo, 39°; mínimo, 18°); de 1.000 a 2.000 a 21° (30° y 12°); de 2.000 a 3.000 a 18° (24° a 1°); de 3.000 a 4.000 a 7° (20° y 0°); y de 4.000 a 5.000 a 3° (19° a 0°), de donde resultaría que la temperatura variaría 1° por cada 190 metros de altitud; más exactamente por cada 160 a 150 metros en verano, o 145 a 120 en invierno, ya que la línea de nieve perpetua oscila 400 metros en torno de su nivel medio; por desgracia ese cálculo es puramente ideal: aquí a 800 metros de altitud hay *tal* temperatura y allá, a esa misma altura, aparece otra que difiere de aquélla hasta en 5 y más grados.

Como se comprende, el calor de las partes bajas y el frío de las alturas, haciendo papel de doble émbolo, incesantemente producen en las cordilleras preciso movimiento en el aire, por lo cual la atmósfera, como el mar, no sólo tiene sus corrientes, sino también su flujo y reflujo, y así como del trópico parten las aguas que calentarán las costas del norte, también de la llanura cálida arrancan los tibios vientos que harán lo mismo con las heladas cimas. Tenemos, pues, que de arriba y de abajo surge opuesto movimiento, en forma de vientos, los cuales al encontrarse, por más que quieran ambos a dos dejarse libre el paso, no lo consiguen a causa del relieve, chocan entre sí y, en cierto modo, se equilibran en una zona dada, *neutra,* por así decir, que se prolonga a lo largo de las serranías, marcando en ellas una especie de ecuador climático andino, especial, exclusivo al relieve tropical colombiano, la zona de la eterna primavera entre el eterno estío y el otoño secular, éste en ocasiones muy trastornado por el invierno sin fin, que, en vez de seguirlo en el tiempo, se trepa a las últimas cimas para dominarlo permanentemente con más facilidad.

Del examen de muchos centenares de temperaturas que corren en los libros, por más que no todas hayan sido tomadas con igual cuidado, pueden deducirse algunos conceptos de carácter general, que hacen plena luz en el asunto, si sólo se las mira como elementos de estudio para fijar las grandes leyes que rigen el clima del país. De dicho examen resulta en primer lugar que esa zona, andina por excelencia, se halla comprendida entre 1.300 y 2.400 metros, en los cuales se mezclan y entrecruzan seis grados (del 23° al 18°), que forman una especie de núcleo con doble orla arriba y abajo; el núcleo lo señalan los grados 22 a 20, cada uno de los cuales abarca unos 8 hectómetros, y los que

se escalonan con diferencia de unos 100 metros; la orla superior la marcan los grados 19 y 18, y la inferior los grados 23 y 24, subiendo aquélla hasta los 2.400, en tanto que la otra baja hasta menos de los 1.000 y enlaza por lo mismo sólidamente la zona andina templada a la inferior o cálida. Consecuencia de lo dicho es que la curva de nivel de 1.700 metros, es decir, la del límite superior del cultivo del plátano hartón, corta cumbres, faldas y valles donde la temperatura es de 22° a 19°, los dos últimos cerca de su principio y los otros dos no lejos de su fin, pasando relativamente próxima al término del grado 23 y al comienzo del 18, de lo cual resulta ser 20°5 la temperatura media de esta zona, que es por excelencia la del *café*, el *algodón* y el *guineo*. Es así de observar que los grados de esta zona, como que abarcan menos y menos amplitud de abajo hacia arriba, esto es, indican cierto predominio del frío sobre el calor desde los 1.000 metros de altitud, a cuya cota desaparece igualmente la verdadera vegetación tropical.

Abajo de esa zona, o sea descendiendo hasta el nivel del mar, se escalonan los grados 24 a 27, que abarcan todos poco más de medio kilómetro y marcan la verdadera tierra caliente, puesto que los siguientes de la serie (28 a 31°), son los tórridos por excelencia, como que el grado 31 nunca aparece a más de 200 metros de altitud, ni el 28 pasa los 500, o sea el límite entre la llanura y las montañas propiamente dichas. Por lo demás, las brisas de las montañas y del mar explican las aparentes anomalías del clima de esta zona, que es la del *cacao*, el *plátano* y el *tabaco*. Cuanto a las temperaturas medias de 32 a 36°, son locales y determinan los *infiernos* colombianos, siendo de advertir que ni aun en las faldas que enmarcan esos hornos sufren desvío las reglas generales apuntadas. En fin, las temperaturas de hasta 40 y 42° no son sino accidentales, de ciertos lugares o comarcas reducidas, en determinados días y condiciones atmosféricas y no se presentan a más de 500 metros de altitud.

Al contrario, volviendo la mente hacia las alturas superiores, tendremos que los grados 17 a 11, por grupos, abarcan menos y menos amplitud, y en su conjunto señalan la *tierra fría*, es decir, la zona del *pino*, del *roble*, de la *quina*, de las *papas*, de la *cebada* y de las *habas*. Los cuatro grados siguientes encierran también algo de anómalo, pues suben y bajan de un modo notable en los Andes y marcan otra zona variable o de transición, en la cual aún más acentuadamente prima el frío y abarca el páramo habitable. En fin, los primeros grados de la escala (6° a 1°) se reparten los últimos 1.000 (hasta 4.000), guardan los postreros representantes de la vegetación arborescente y cubren el páramo bravo, donde en verano suele subir la temperatura hasta 10° y bajar en invierno o en días de borrasca o tormenta hasta 0°, por lo cual aún se encuentra en él uno que otro lugar habitado, en los valles menos inclementes, puesto que hasta los 4.000 se cosecha la papa en los Andes, y se mantienen ovejas, bien que no sin dificultades y peligros.

Si tomamos los medios concretos de lo expuesto, puede decirse que el grado 20 es el que abarca mayor amplitud altimétrica; síguenle los inferiores y superiores hacia arriba y hacia abajo, que reducen la suya, pero con mayor dominio éstos y entremezclándose los de los extremos de la escala en reducida porción altimétrica: de ahí la incomparable diferencia superficial entre las tierras cálidas y los páramos. Quizás forma una excepción el grado 14, debido a lo extenso de las *altiplanicies* de la cordillera oriental.

De lo dicho resulta que la división altimétrica es la más importante para el país, y debe basarse tanto en la temperatura como en las producciones naturales, de donde las tan conocidas tierras *calientes, templadas, frías* y *paramosas* del pueblo, bien que tal división esté lejos de ser correcta. Admitiendo el calificativo de *templadas* para las de cierta zona andina, la caliente comprende dos porciones esencialmente diversas, que llamaremos *ecuatorial* o tórrida, y *tropical* o cálida, para marcar climas de 33 a 29° y de 27 a 24°. El término *tierras frías* es correcto, en verdad, pero la voz *páramo* está en el mismo caso que el penúltimo y en atención a que los arbustos suben hasta cerca de los 4.000 metros y luego ya cae nieve, subdividiremos la zona en *frígida* o *páramo propiamente dicho* o puna, hasta donde concluyen los verdaderos árboles, y *polar* o *páramo bravo* el resto.

Resumiendo, tendremos que las costas, las llanuras, el fondo de los grandes valles, el último trozo de las faldas de las serranías y los pequeños relieves sueltos, son tórridos y calientes; las cimas de los relieves medios, las faldas de las cordilleras y los valles medios, son templados; las *altiplanicies*, los altos valles, las altas faldas, son fríos o *paramosos* y polares las crestas y cimas culminantes. En general, puede decirse que el país distribuye su territorio así: 1.000.000 de kilómetros cuadrados de tierra tórrida; 145.000 de tierra caliente; 135.000 de tierra templada; 100.000 de tierra fría y 45.000 de páramos, en los que la nieve ocupa 100, a lo sumo, permanente o accidentalmente; sólo para el Tolima se ha hecho cálculo riguroso, que dio 334 hectáreas y en la Nevada de Chita, muy aproximadamente, una legua cuadrada; el resto lo hemos deducido por comparación y cálculo de la superficie de los segmentos nevados. En fin, el país puede considerarse como una pirámide puesta sobre base muy extensa, en la que sin contraste súbito la porción occidental o transandina es menos tórrida que la oriental o cisandina, y la transmagdalenia más cálida que la cismagdalenia, entre la montaña; lo contrario sucede en la llanura atlántica. No hay, pues, un núcleo de donde como centro irradien los

climas y el país carece, por lo tanto, de equilibrio en cuanto a clima, a la vez que el cruce de isotermas, isóteras e isoquímenas, modifica las zonas de vegetación, casi imposibles de determinar de un modo preciso, salvo para contadas plantas, que necesitan clima muy estable (1).

De estos diversos climas ninguno forma zona continua en el país: la cálida puede considerarse como un océano en que se bañan varias islas, en especial una de continente doble, dentro del cual la templada, a su turno considerada de la misma manera, forma zona continua, mientras la fría aparece repartida en grandes y pequeñas islas y tratada a su turno del mismo modo, envuelve los páramos y nevados como a islotes y arrecifes. Los nevados se tienden de SW. a NE.; la Sierra de Santa Marta desciende por todos sus flancos hasta la zona cálida, pero los demás sólo lo hacen hasta las parameras vecinas. Los páramos en Huaca (frontera S.) forman una herradura en que el brazo D se continúa sin interrupción por zona igual (Quindío) hasta Sonsón, con ganglios y algunas nervaduras, pues en seguida apenas asoma dos veces: mientras el otro se suspende de repente, luego (Chocó) levanta algunas como islitas y sólo muy al N. crea tres grupos de mayor extensión; también un momento aparecen en la frontera de Costa Rica. La sierra de Chita es otro centro del que al SW. siguen páramos contiguos hasta Gachaneque, con varias nervaduras laterales, sobre todo en Toquilla, como también al N., hacia el Almorzadero; de éste vuelven a Santurbán para girar al N. por largo trecho, aunque en discontinua faja, con bastantes nervaduras. De Gachaneque al NE. sale faja sostenida de alguna longitud y hacia el S. otra bifurcada para marcar óvalo que concluye en un gran ganglio u óvalo que tiene algunas nervaduras que al E. forman martillo. De Gachaneque al NW. también va otro ramal discontinuo que forma ganglios y a su W. tiene otro núcleo aïslado. En fin, junto a la Sierra Nevada hay otro islote en la Sierra Negra. La tierra caliente es continua en las llanuras orientales, pero al S. queda aislada de las occidentales de su género; lo mismo sucede hoy en Cúcuta y Ocaña. La llanura atlántica constituye otro núcleo notable; el bajo Sinú la une al Chocó y por el Magdalena penetra hasta Suaza y Timaná, a modo de inmenso golfo que hace senos en el Sumapaz, el Bogotá, el Negro, el Minero, el Simitarra y, sobre todo, en el Sogamoso-Lebrija, puesto que por allí se interna hasta Güepsa, Capitanejo, Valle, Florida, Girón, Bionegro; también por el Cauca entra como filete que despide un brazo por el Nechí y luego avanza hasta Quilichao, sin interrupción, mas sin entradas notables. El Chocó se une al Darién, y al S. penetra entre los Andes a formar un gran golfo por el Patía, y al N. otros menores por el Murrí y el Sucio; Panamá es íntegramente cálido, salvo pequeña faja al W. La tierra templada se prensenta con caracteres muy notables; es orla de la caliente y une sus partes, pues del valle del Magdalena, por el lomo de Miraflores, pasa al Caquetá; entra a Cáqueza, Gachetá, Garagoa, Labateca; pasa por el Uribante al Zulia y por Pueblonuevo al bajo Magdalena; sin tropiezo une las hoyas del Prado al Minero-Charalá; arropa a Guamacó, sube a Medellín y pasa a Arma, así como del valle del Cauca al del Patía, para llegar hasta Imues, y en dicho valle ocupa con frecuencia el lomo chocoano. La tierra fría forma una mancha en Túquerres, luego dos angostas bandas seguidas desde Pasto hasta Sonsón y otro núcleo en Santa Rosa; también aparece de Paramillo a Río de Oro y Caramanta y forma algunos botones de aquí a Túquerres. El gran dominio de la tierra fría está en Bogotá-Tunja, de donde salen algunos ramales que forman arcos en torno de los valles templados y arrancan fajas importantes seguidas hasta Pamplona y Tona, y de aquí más reducidas hasta la Mesa Rica (Ocaña), también con algunos apéndices. Lo que antecede es muy importante, pues demuestra que el verdadero porvenir del país no puede ser otro que la explotación de las riquezas tropicales y por lo mismo serán mero lujo los ferrocarriles a las regiones frías, que casi no producen artículos de exportación; en no lejano futuro por cada *reinoso* habrá a lo menos diez calentanos. Una de las fatalidades del país fue sin duda establecer la capital en tierra fría y excéntrica por añadidura, y otra, que no exista ciudad importante hacia las fuentes del Magdalena, indisputable centro geográfico de Colombia.

Conforme de todos es sabido, los vientos dominantes entre los trópicos son los *Alisios,* que según teoría generalmente aceptada, aun cuando discutible, provienen de la desviación de las corrientes de los polos al ecuador, generadas por diferencia de temperaturas y presiones y desviadas de occidente a oriente, o mejor dicho, al NE. y al SE., por virtud del movimiento de la tierra. Es claro que en el fenómeno también tiene parte la marcha anual del sol de trópico a trópico, de acuerdo con la oblicuidad de la eclíptica, ya que esa marcha lleva y

(1) "Por esto los climas colombianos dependen más de las condiciones del relieve, de la exposición del suelo y de la dirección de los vientos que de la latitud de los lugares; las paralelas que se trazan sobre la redondez del globo tienen poca importancia en un país íntegramente situado entre los trópicos y que dos veces cada año presenta todas las partes de su superficie a los rayos verticales del sol. Cuanto a la altitud, razón principal del escalonamiento de los diversos climas en las faldas de las montañas y en las terrazas superiores, sus efectos resultan modificados de muy vario modo por todos los fenómenos de la vida planetaria. De los calores tórridos de la llanura baja a los fríos polares de la cima nevada, sucédense todos los climas, pero no en proporción directa de la rarefacción atmosférica: las curvas de nivel y las de los grados isotérmicos en ningún punto van en líneas paralelas; al contrario, en todas partes se entremezclan en inextricable red. Así, la división usual de las comarcas montañosas en tierras calientes, templadas y frías, que para mayor precisión se pueden dividir en tierras tórridas, calientes, templadas, frías y polares, no puede aplicarse siguiendo medidas uniformes: los límites varían de una montaña a otra, de uno de sus flancos al opuesto. En su conjunto la zona templada, comprendida entre los grados 24 y 15 de la escala termométrica, abraza, prescindiendo de los llanos, la parte más considerable de la superficie colombiana: es la zona donde los vientos fríos que bajan de las alturas y los cálidos que suben de la llanura se mantienen en equilibrio estable". — **E. Reclus.**

trae el ecuador térmico, bien que dejando predominar el calórico en el hemisferio norte, de suerte que nunca baja a nuestras costas atlánticas isoquímena inferior a 27°, por lo cual podemos afirmar en cierto sentido que Colombia se tiende entre dos ecuadores, puesto que uno térmico cruza casi permanentemente el referido litoral.

Empero, la disposición y altitud del relieve colombiano no deja soplar libremente los Alisios, que tienen que estrellarse sobre los Andes: no dominan de una manera regular sino en la costa caribe, de ordinario con gran violencia, pues su fuerza se acrecienta por los focos ardentísimos que rodean el mar de las Antillas, conocido engendrador de los *huracanes* de las Antillas. Por fortuna esos huracanes jamás asuelan a Colombia: apenas sucede que los vientos del E. y del NE. llegan convertidos en tempestad y hacen estrellar el mar en las playas sin abrigo. Los violentos *Nortes* del golfo de México tampoco alcanzan nuestra costa sino muy decaídos. Con frecuencia, cuando el sol está al N. de la equinoccial (julio a noviembre), corren a lo largo de la costa los *vendavales* (vientos de "aval", o sea del W.), mas sin prevalecer en tierra sobre el alisio; mientras el vendaval aparece en las altas regiones atmosféricas, la corriente marítima del W. que baña la costa, marcha con velocidades de más de 7 kilómetros por hora.

Cuanto al alisio, que sopla con más fuerza en el día, aumenta su velocidad cuando se levanta el sol, y declina con dicho astro, de manera que casi desaparece por la noche. En la Costa y los Llanos hasta lo reemplaza la brisa de tierra (en el Llano brisa del cerro), causada por el enfriamiento del suelo, lo cual hace especialmente gratas las primeras horas de la noche en todas las tierras cálidas, puesto que en todas se presenta entonces la brisa, bien que con varia intensidad (1). En las *altiplanicies* de la cordillera es al amanecer cuando cesa la quietud de la atmósfera y corre brisa tan fresca como penetrante, porque los alisios convergen de la llanura hacia los páramos que se tienden de Chita a Sumapaz, por lo cual, según la estación, llegan del SE. o del NE. En los valles del Magdalena y del Cauca-Patía, el viento que transmonta las cordilleras es desviado hacia el N., en tanto que en el bajo Magdalena el rumbo de las corrientes alterna del N. al S. y del S. al N., con el del NE. y el del NW.

Los alisios del hemisferio norte corren con su máxima regularidad cuando el sol está al S. del ecuador (noviembre, marzo), tirando entonces francamente del NE. y aun del N.; pero calman y dejan campo a vientos instables del S. y SE. cuando el sol se ha trasladado al N. de dicha línea equinoccial (abril, octubre). Entonces es cómoda la navegación de bajada en los ríos orientales, porque el viento del W. ayuda a las barcas y es, al contrario, penosísima la operación inversa. En la época del viento normal la corriente aérea y la fluvial avanzan en dirección contraria, lo que facilita los viajes de las barcas; en los ríos de mínima pendiente, como el Arauca, sucede que una parte de las aguas remonta con el viento, mientras la otra sigue su curso normal. Si entonces hay cambio de tiempo, acaecen *chubascos* temibles, que producen violento oleaje.

El alisio poco se deja sentir arriba de los raudales del Orinoco y los montes de la Guayana cierran el paso a los vientos del E. para las regiones intermedias entre esos raudales y los del Rionegro. Allí hay sitios donde, como en algunos del interior, es fama que nunca hace viento; la atmósfera se mantiene perfectamente tranquila, el calor es insoportable y los mosquitos llenan el espacio: tan densas son sus nubes. Allí los rayos de tempestad sin trueno son más comunes que en otras partes, en especial al aproximarse la época de las lluvias: "Diríase que el aire palpita en sacudidas luminosas". También en la entrecordillera, donde el calor es más intenso y la atmósfera se renueva menos, con frecuencia el aire es completamente inmóvil.

En Panamá los alisios del hemisferio N., por la disposición del terreno, soplan más bien del N. que del NE., y en la época lluviosa (mayo-noviembre) ceden el campo a los *vendavales* o alisios del SE., transformados en una especie de monzón. En la costa N. NW. del Istmo, los Nortes suelen ya causar algún daño, lo mismo que los *huracanes,* que en más de una ocasión han producido considerables naufragios.

Cuanto a la zona del Pacífico (Chocó), como se perfila libremente entre los alisios de los dos hemisferios, aunque barrida regularmente en verano por vientos del N., por su posición, resulta sometida a los remolinos producidos por el choque de los dos vientos mayores, de donde que allí domine una banda de brisas locas y de calmas, esencialmente molestas para los buques de vela. Las corrientes marítimas, ayudadas por mareas de hasta 12 metros, también son muy variables al N. de la Buenaventura. Hacia la frontera ecuatoriana ya los vientos soplan del S. y del W., lo que no impide que los *cordonazos* de San Francisco se dejen sentir allí tan regularmente como en la América Central y causen inundaciones represando las bocas de los ríos.

En las regiones ecuatoriales las estaciones están reguladas por las *lluvias,* que a su turno obedecen a la marcha del sol. Llueve cuando ese astro está cerca de la equinoccial, en tanto que el cielo se conserva despejado cuando se aproxima a una u otra

(1) "Las noches claras y bellas transcurren entonces deliciosas, sin dar la sensación de tiempo; el alisio no corre y las brisas contrarias se mantienen en equilibrio sobre la selva. La luz difusa hace los objetos visibles por grandes masas hasta el lejano horizonte, pero la mirada se dirige invenciblemente hacia la bóveda celeste, de un color negro transparente, salpicada de luz de los astros y a menudo surcada por las huellas luminosas de las estrellas errantes. Si a la hora de mayor calor en el día los habitantes se entregan a la siesta, es decir, se refugian en los sitios más frescos y oscuros de las viviendas, durante la fresca noche, al contrario, todos salen al aire libre para respirar con entera libertad, para gozar de todas las dulzuras de la vida y de la sociedad". — E. Reclus.

línea tropical. Por esta razón dos veces al año las nubes lluviosas pasan sobre el país, que en tesis general debería tener dos estaciones alternadas de lluvia y de sequedad: *verano e invierno*. Esto sucede, en efecto, en los llanos, donde el invierno y el verano se reparten por mitad el año; pero se modifica en las cordilleras y en las selvas amazónicas; allá porque resultan dos períodos trimestrales lluviosos separados por otros dos secos, en tanto que acá llueve nueve meses, por su proximidad a la equinoccial y por la disposición del suelo. Mas debe advertirse que esas estaciones no son tan regulares y precisas como las de la zona templada.

Por causa de la disposición del relieve de Colombia las lluvias más copiosas caen sobre los dos frentes (E. y W.) de los Andes y también sobre la Sierra de Santamarta. En todo caso, la cantidad media de lluvia que en el año recibe Colombia, supera en mucho a la que cae en las regiones templadas de Europa, si se exceptúa la Goajira; en la *Sabana* ya excede de un metro; pasa de dos en la Costa, rebasa los tres en la falda oriental de Sumapaz y el Caquetá y la Costa W. de Panamá, y alcanza los cuatro en la hoya del Atrato. Sólo en la Goajira no pasa de 0.50. En general, la capa media de lluvia anual puede estimarse igual a 2 metros para todo el país, y su volumen disminuye, como se ve, de la periferia al centro.

Esto sentado, Colombia, por lo que a *lluvias* hace, divídese netamente en tres zonas: la en que llueve siempre o poco menos, que es la mayor y abarca las regiones llanas y selvosas del W. y mediodía; la en que llueve dos veces al año y comprende la montaña, pero en la que el fenómeno es más regular al N. que al S.; y en fin, las llanuras herbáceas, en las que con mucha exactitud medio año

Regiones Geográficas	Estaciones y Meses											
	I.			P.			E.			O.		
	D.	E.	F.	M	A.	M	J.	J.	A.	S.	O.	N.
Istmo de Panamá	‡	...	...	...	...	‡	‡	‡	‡	...	‡	‡
Golfo de Urabá	...	...	...	...	‡	‡	‡	‡	‡	‡	...	...
Costa Atlántica	...	...	...	...	...	‡	‡	‡	‡	‡	‡	...
Comarca del Zulia	...	...	...	...	...	‡	‡	‡	‡	‡	‡	...
Cordillera Oriental (parte N.)	...	...	...	...	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡
Cordillera Oriental (parte S.)	...	...	...	‡	‡	‡	§	§	§	‡	‡	‡
Cordillera Oriental (parte E.)	‡	...	...	...	‡	‡	‡	§	§	‡	‡	‡
Llanos orientales	...	...	...	...	‡	‡	‡	‡	‡	‡	...	...
Selvas del Caquetá	‡	...	...	...	...	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡
Valles del Magdalena Central	...	...	...	‡	‡	‡	‡	‡	...	‡	‡	‡
Alto Magdalena	‡	...	...	...	‡	‡	‡	...	...	...	‡	‡
Montañas de Antioquia	...	...	...	...	‡	‡	‡	§	‡	‡	‡	...
Valle del Cauca	...	...	...	‡	‡	‡	...	...	...	‡	‡	‡
Valle del Patía	‡	...	...	...	‡	‡	‡	...	...	‡	‡	‡
Tierras de Pasto	...	...	...	...	‡	‡	‡	...	...	...	‡	‡
Mesa de Túquerres	‡	§	...	‡	‡	‡	‡	...	...	...	‡	‡
Costa del Pacífico	‡	...	...	‡	‡	‡	‡	‡	...	...	‡	‡
Atrato (Alto Chocó)	...	...	...	‡	‡	‡	‡	‡	...	‡	‡	‡
‡ Lluvias—§ Páramos (lloviznas) ... Tiempo seco	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

I = invierno; P = primavera; E = estío; O = otoño.
Cuadro sintético del régimen anual de las lluvias en Colombia.

llueve sin interrupción y medio año escampa, y que comprenden la región atlántica y el Llano. Como esas zonas están en íntimo contacto y los vientos pasan a veces con suma facilidad de una a otra, prodúcense alteraciones, tanto más cuanto una simple colina, una faja de bosque, bastan para detener las nubes, de donde resulta que muchas veces dos porciones de suelo vecinas aparecen distintamente regadas y al contrario. En la costa, o sea en la llanura atlántica y en el Llano, llueve de abril o mayo a octubre o noviembre, o sea del equinoccio de primavera al de otoño; en Panamá el fácil contacto entre los vientos de dos mares retrasa la estación lluviosa hasta un mes, pero en cambio lo prolonga luégo, por lo cual resulta mucho más larga que la de sequía. En las montañas las dos estaciones secas principian con los solsticios y las lluviosas con los equinoccios, o sea duran 90 días cada una, salvo en los valles bajos y selvosos, donde la lluvia se hace casi permanente, sobre todo si se avecinan al del Magdalena central; puede decirse que la estación aquí es mixta, pues dura nueve meses, porque al invierno de las costas se agrega el segundo de las cordilleras. Como se comprende, en tres meses no alcanza a secarse ese suelo y de ahí lo pantanoso y húmedo que es. La estación lluviosa en las cordilleras varía un poco, como dijimos, del N. al S., pues aun cuando sigue al sol en su carrera, al S. está entre zonas de perpetua lluvia, de donde resulta que los páramos al N. están más despejados en septiembre y al S. en febrero. Adviértase sí que con frecuencia en los páramos se invierten las estaciones, pues durante la sequía de las faldas, las nubes que origina el trópico son relegadas a las más altas cumbres, donde son entonces frecuentes las tormentas, granizadas y nevadas, causa de crecientes de los ríos, singulares a primera vista; baja entonces el nivel de la nieve y es más peligroso cruzar los páramos, tanto por el frío como por los huracanes. Al contrario, durante la época lluviosa de las faldas, las mayores cumbres están secas, no sufren temporales y su frío es menos intenso. En los páramos no es tanto el frío cuanto el influjo de un viento fuerte y destemplado y de un aire nebuloso, lo que los hace inhabitables; a decir verdad, en estas regiones llueve todo el año, puesto que cuando allí hace verano, no faltan lloviznas causadas por los pocos vapores que hasta ellos alcanzan, principalmente en enero y febrero, y al cruzarlos es siempre peligroso hacer ruido porque éste desequilibra la atmósfera, el aire frío vence entonces al cálido y se precipita hacia abajo y origina la tormenta. En general, pues, los mayores temporales de los páramos ocurren en junio y agosto; truena más en febrero, marzo y octubre; las nubes tempestuosas corren de E. a W., o de W a E., a partir del Magdalena; los más recios chubascos caen después de las 2 p. m., y, aunque fuertes, duran poco, dejando luego sereno el cielo. Por último, las cimas que sobresalen mucho sobre el suelo aledaño, resultan siempre más tormentosas,

tanto más cuanto más altas y más rodeadas por valles cálidos están, a la vez que desvían los vientos, se arrojan de unas a otras las nubes y causan las más singulares perturbaciones. En el Chocó y en el Darién llueve el año entero, sobre todo en el bajo, a donde parece se concentran la humedad del Perú; pues al N. hay cambios por causa de los alisios que entran por el golfo de Urabá. En Panamá la costa norte expuesta al alisio recibe por lo menos dos veces más agua que la del sur, que se vuelve hacia el monzón. En el Caquetá sucede otro tanto, bien que en unas zonas llueve más que en otras, o bien el verano y el invierno se diferencian un poco más por la cantidad de lluvia caída en esas épocas; también aquí como en el Magdalena central hay, pues, una combinación de las estaciones, lo cual, por otra parte, causa ciertas perturbaciones en el alto Magdalena. En general, las comarcas tórridas, húmedas, selvosas, del Chocó hasta el Caquetá, están situadas en lo que se llama la zona de las calmas, es decir, desprovistas de vientos, por lo cual la grande evaporación de un suelo tan húmedo no es alejada, sino que se acumula en el mismo lugar en forma de negras nubes que se deshacen en lluvia cuando el sol pasa el zenit, la que terminada, deja campo a la evaporación que, al ponerse aquel astro, torna a caer en nuevos aguaceros, casi siempre acompañados por fuertes y numerosas descargas eléctricas y sostenidos muy a menudo hasta el amanecer, repitiéndose sin cesar el mismo ciclo, que, como es natural, mantiene atmósfera húmeda en demasía; cuando soplan algunos vientos, llegan los días sin lluvia, entre noviembre y marzo, pocos en el Chocó, más numerosos en el Caquetá. En los valles selvosos y encerrados pasa algo semejante, por cuanto los vapores no alcanzan a salir del marco de la cuenca, caen fundidos en la misma y sostienen excesiva humedad, causa de mayores lluvias. Al contrario, en los Llanos, por cuanto son regulares los vientos, las estaciones son siempre marcadísimas: llueve seguido de abril a octubre, o sea con un mes de diferencia sobre la costa panameña, y el verano real o de absoluta sequedad no aparece sino en diciembre, enero y marzo, pues en los otros meses no falta algún aguacero, así como en el invierno alguna interrupción o verano. En la costa atlántica la aislada Sierra Nevada de Santamarta, como es natural, causa o produce condiciones singulares en el clima que la envuelve.

Por lo demás, como en todas partes, el invierno tiene variaciones, pues ora los aguaceros son torrenciales, pero sólo de algunas horas, ora menores y constantes hasta por treinta y aun más horas, ya a modo de chaparrones con truenos y granizo; un día llueve por la mañana, otro por la tarde, y aún hay días en que no cae una gota de agua. Al contrario, en el verano no es raro que caigan algunos aguaceros; aunque menos fuertes. En el máximum del invierno realmente tropical o de seis meses, hay una singular interrupción que se llama verano de San Juan y dura algunos días hacia fines de junio, el cual interrumpe en las cordilleras las garúas, tan destempladas y molestas entonces; en diciembre, en los últimos días, hay en éstas otro verano llamado de San Martín, y por último, hacia los primeros días de febrero caen algunos aguaceros que se llaman de la Candelaria. La causa de estas anomalías la indicaremos en su lugar.

En fin, las nieves perpetuas, contra lo que han escrito muchos, ofrecen en Colombia una horizontal casi perfecta, ya que en sus extremos está a 4.560 metros, término medio, tanto en Chiles y Cumbal como en Santa Marta, muy poco menos en Chita y muy poco más en los nevados del Quindío; casi en todos hay heleras, las que por término medio bajan hasta 4.350, quedando más altas en Santa Marta y más bajas en el Huila, donde, contando desde el pie de ellas, la nieve mide 900 metros, cuando en Chiles sólo muestra 367, en Cumbal 339, en Puracé 300, en los demás Coconucos 240, en Santa Isabel 400, en el Ruiz 740, en Herveo 870, en el Tolima 1.240, en Chita 900 y en Santa Marta 800. En invierno la nieve suele bajar hasta 3.900 y en verano retirarse hasta los 4.750, lo cual significa que la nieve oscila unos 650 metros, bien que esto es enteramente accidental; de 4.000 a 4.200 la nieve sólo dura días y de 4.200 a 4.400 algunas semanas, pero hasta los 3.800 metros los temporales suelen ser de nieve más que de agua. De lo dicho resulta que en invierno nievan en Colombia varias cimas, así como también que se ha exagerado mucho la altura de otras. Los nevados decrecen sin cesar, a juzgar por los datos recogidos y con esto ayudan a modificar el clima; por ejemplo, antes que el Puracé perdiese 200 metros de nieve por hundimientos de su copa, los vientos helados dominaban en la llanura de Cajibío, en la que se cultivaban frutos de clima frío y no existían serpientes de tierra caliente; pero después de ese hundimiento el clima subió varios grados, hoy allí no se da el laurel de cera y pululan aquellas serpientes. También a Cartago se daba temperatura de 24°5 al principio del siglo pasado, cuando era opinión general que en el Quindío había más topes nevados y éstos, más enlazados entre sí, formaban un solo todo; hoy Cartago tiene 28° y esos nevados, menores en número, están perfectamente separados entre sí, salvo los días de tormenta, en que la pampa intermedia se cubre con 10 a 20 centímetros de nieve: ¿será esto por derrumbes de las nieves o por disminución de nivel? Lo ignoramos. Bueno es hacer notar que en muchos lugares la temperatura se ha disminuído a sabiendas en las publicaciones, creyendo que con esto se alucina a los extranjeros.

Otro elemento necesario para la perfecta inteligencia de nuestra climatología es la amplitud de la variación de la temperatura al aire libre, pues en unos lugares es casi insensible y en otros presenta intensas modificaciones. En las *altiplanicies*,

por ejemplo, no es raro que baje a 0° al amanecer y alcance a 22 a las dos de la tarde, es decir, que presente una variación de 22°; en Panamá cuando pasa de 30° al medio día, a 22 a la entrada de la noche, todos se quejan del repentino cambio del tiempo; en Popayán es raro que la oscilación exceda de 3° en el día. A este respecto tenemos, pues, climas *constantes,* climas *variables* y climas *extremos,* tanto por lo que hace al día, como considerado el año entero; en este último caso suelen encontrarse oscilaciones hasta de 30° a la sombra y de 50° al rayo del sol.

Por otra parte, la enorme diferencia de temperatura entre las cumbres y los valles ardientes, a veces apenas separados por escarpadísimo muro, hace que el aire frío de aquéllas y el cálido de éstos baje y suba por las estrechas cañadas con violencia tal, que cerca de la cresta adquiere la furia de huracán que imposibilita el paso en ciertas horas y quema la vegetación; en crestas más bajas entre dos valles ardientes o en los corredores montañosos, ese huracán destroza los edificios y desarraiga los mayores árboles. En la parte baja poco se siente el viento, pero el aire se enfría mucho y reduce de noche las temperaturas, a veces hasta en 15°, con mucha frecuencia en 10°, lo cual, unido a las aguas, que también suelen llegar frías o poco menos, produce climas malsanos en sumo grado. Ese cambio tan notable de temperatura origina abundantes rocíos que producen espesa neblina que ocupa el fondo de las depresiones mientras los topes surgen limpios, bañados por un pálido sol. A medida que éste se levanta sobre el horizonte, también lo hacen las nieblas, lentamente, hasta llegar antes de medio día a la zona templada, dejando así despejado el fondo; pero al llegar el astro al zenit, obra más sobre ellas y, o las levanta en rápidos torbellinos, o las reúne para formar las nubes de tormenta: en verano, cuando el sol las levanta, producen en la falda tenue llovizna o lluvia corta, que se llama *alzar la niebla* o pasar la nube, pero por la tarde retornan a la falda, o *bajan a beber agua,* como aquí se dice. Esas nieblas en los topes paramosos, cuando el sol los calienta hasta los 23° al aire libre, originan llovizna que humedece las cumbres, produce ricas mantas de gramíneas y fuentecillas principio de los ríos y son causa de su clima tan destemplado y variable. De lo dicho resulta que la hora mejor para cruzar los páramos es la de la mañana, cuando están despejados y el equilibrio del aire es completo; después, ese equilibrio se hace instable, y por las nubes que los envuelve, aquí se les llama *rucios.* Como los corredores montañosos se abren de N. a S., allá hay más tierra caliente, acá forman los páramos masa más compacta y el alisio del NE. encuentra amplias puertas, por lo cual el viento que domina en los valles montañosos no fríos es de N. a S., o bien de E. a W., o a la inversa, según sea la falda con respecto a la vaguada ardiente, de ordinario en calma al medio día.

Por lo hasta aquí dicho, puede verse que el clima en las diversas partes del país tiene cierta igualdad anua, bastante extrema en las partes altas y bajas, primaveral en la media; y a un tiempo y por siempre muestra superpuestas las cuatro estaciones que el año hace rodar en otras latitudes. Resumiendo lo que antecede, tendremos: las elevadas serranías cubiertas, en escala descendente, hasta los 3.000, por nieves, pajonales, arbustos sueltos y algún bosque, constituyen el *páramo,* en general escaso en vegetación y combatido por vientos secos cuya influencia llega hasta la llanura. A su pie, la tierra fría, hasta los 2.400 metros, se compone en general de grandes montes que guardan algunas planicies, valles selvosos, aguas vivas, terrenos fértiles, cielo a menudo claro y melancólico, todo combatido por vientos tan impetuosos como fríos. Más abajo, hasta los 1.000 metros, queda la región templada, fértil, rica en aguas y selvas, a veces fría a la sombra, con notables variaciones en la temperatura del día y la noche y cielo con frecuencia nebuloso, sobre todo al ponerse el sol, cuando las nubes se aproximan al suelo; la temperatura varía tanto menos con la altitud cuanto más insensiblemente cambia ésta y menos bosques hay. En fin, la región caliente en que la vegetación vigorosa cubre con manto de eterna juventud un clima ardiente, mientras el cielo muestra lejanos, frecuentes y silenciosos relámpagos, permanece medio año cubierta por un velo y entonces, aun cuando no llueve, abundante rocío humedece las plantas; faltan sí las praderas de fresca y tierna yerba salpicada de flores.

También nuestros climas se caracterizan por los movimientos del barómetro, pequeños pero siempre regulares, horarios e imperturbables, cualquiera que sea la altitud del lugar, no menos que por los más varios del termómetro en la montaña; por vientos que aunque secos, en las alturas mantienen la frescura y el verdor de las plantas, merced a precipitaciones de la humedad que provocan, y en la parte baja, saturados de humedad a pesar de su transparencia, sostienen la vegetación, de otro modo imposible en regiones donde falta largo tiempo no sólo la lluvia sino hasta el rocío, bien que en éstas la sequedad aumenta día por día, como en la Goajira, hoy por esto casi inhabitable; de ordinario las nubes más bajas están a 1.200 metros y causan las densas nieblas que envuelven esa zona parte del año y las más altas y espesas a 3.300 bien que vapores leves llamados carneros rebasan la altura de los nevados, en los que el higrómetro marca 25° cuando llega a 100 en las selvas húmedas del Chocó-Caquetá, siendo aquellos carneros los que dan las partículas que reflejan la luz solar y orlan a media noche, con pálido resplandor, el tope de las cordilleras, como brilla de lejos la atmósfera de una ciudad iluminada por la electricidad. Este flúido abunda en el remate de la zona templada, como es natural, por la lucha del calor y el frío y el roce de los fuertes y encontrados vientos; allí sus explosiones son más violentas y frecuentes, so-

bre todo al pie de las cimas nevadas que surgen casi rodeadas por valles cálidos; en la zona fría son menos frecuentes y periódicas, pero se forma mucho granizo, principalmente en los páramos, por cuanto allí hay casi siempre electricidad negativa, la que no se halla sino corto tiempo abajo de los 1.000. En la región polar o de los nevados, el granizo cae sin tronadas, con nieve, aun en mitad de la noche, pero los rayos son muy raros. En fin, en los grandes valles, principalmente en los murados por altas crestas, las tempestades son constantes y frecuentemente ocurren entre el anochecer y la media noche, sobre todo en ésta, y las tormentas, de ordinario periódicas, estallan dos horas después de culminar el sol, cuando el flúido se acumula en las primeras nubes, es mayor el calor y casi mínima la marea barométrica, por lo cual nuestro gran río bien merece el dictado de *padre de las tempestades*. Por último, todos los demás fenómenos meteorológicos tienen aquí cualidades propias, como sucede con el azul del cielo, más intenso en las grandes alturas, a la inversa de la refracción horizontal y de la luz, que en ciertas zonas bajas adquiere brillo y transparencia imponderable, que si auxilia a la vegetación por darle mayor desarrollo, fatiga el ojo y los nervios y hace más simpáticos los más velados paisajes de las altiplanicies frías, a pesar de su carácter melancólico (1).

Conviene ahora tratar de la *nosografía* en general, antes de precisar algunos datos climatéricos sobre cada una de las porciones en que hemos dividido el país. También en este punto la altitud, así como agrupa los productos de los diversos climas, agrupa las enfermedades de todas las zonas, con el ítem de haber algunas que se hallan a todas las alturas y otras que son en cierto modo características de nuestro suelo, ora por la ardiente temperatura de la región baja, ora por las repentinas transiciones del aire en las altas cumbres. A este respecto, el país en su patología ofrece no menos vicisitudes que la historia de sus hijos, pero sin mejorar en definitiva; a las enfermedades nativas del terreno se juntan hoy las exóticas, tanto más aprisa aclimatadas y aun complicadas con otras, cuanto menor o nulo fue el esfuerzo hecho para impedir esa invasión o siquiera retardarla: precisa ha sido la bondad general del clima para que la población haya podido aumentarse, más o menos bien o mal, en todas sus regiones.

En la tierra caliente, a menos de 1.000, sea costa, valle o llanura, cuando el suelo no es barrido por vientos continuos, a causa de la humedad impera sin rival el paludismo (o anemia o malaria), que no respeta raza ni edad, es el grande obstáculo que se opone a la inmigración y mejora de esas fértiles regiones, y rige no sólo la vida del individuo sino también el modo de ser de la localidad que habita. A semejante azote se une hoy el de enfermedades venidas del viejo mundo y el de las fiebres amarilla y biliosa remitente, endémica ésta, esporádica aquélla, lo mismo que otras de tal clima. Las fiebres intermitentes son comunes al entrar el verano, y las éticas hacen estragos, no sólo a causa de lo ardiente del clima, que agota al individuo, sino también por la vida fácil y la sífilis que esto ocasiona o generaliza más y más; en algunos lugares causa horror el punto a que esto ha llegado. En los parajes cálidos batidos por el aire de los nevados son muy frecuentes la tisis y demás afecciones graves del pulmón. Debemos nombrar también la hiperhemia intertropical, que tanto perjudica a los ojos; las diarreas, la hepatitis, hipertrofia del hígado y el bazo; los exantemas febriles, las epidemias de erisipela, la hematuria chylosa; las mordeduras de animales ponzoñosos, la tenia; la linfangitis perniciosa, probablemente palustre, que ora se parece al reumatismo articular, ora a la erisipela ambulante y termina por supuración; el beriberi, contagioso, que a veces alcanza a ser epidemia; las úlceras rebeldes y escrofulosas; las fiebres eruptivas, la caquexia palustre, el cólera, por fortuna muy raro, y la común y peligrosísima insolación. En general, puede decirse que las enfermedades de esta zona son producto o consecuencia de una intoxicación. De ordinario parece que existe cierta atracción entre el paludismo y la disentería que abunda sí más en las regiones altas, como si fuera el paludismo de la región fría. La raza negra de la región cálida sufre especialmente la forunculosis, la eczema, la psoriasis, que es la lepra de ella, la cloasma, el beriberi, la elefantíasis de los miembros inferiores y del *escrotum*, especialmente el *aïnhum*, y si bien resiste mejor el paludismo, la sífilis la devora con increíble fuerza. Hasta enfermedades que al parecer sólo deben hallarse en la región fría, se presentan aquí en la cálida, como la gripa, la bronquitis, la tuberculosis. La viruela, esporádica, hállasela en todas partes, pero si causa más estragos en esta zona, de la cual es exclusivo el carate, contagiosa cuanto repugnante enfermedad que presenta varios tipos, ataca en especial a la gente mal vestida y mal alimentada y sujeta a rudas labores, cuya piel convierte en escamas de camaleón; de preferencia se desarrolla en los suelos secos, silíceos y feldespáticos, y en el Valle de Upar lo atribuyen a picaduras de un mosquito especial. El tétanos y el cáncer, relativamente raros en tierra fría, son frecuentes en tierra caliente, por lo cual son allí muy peligrosas las más leves heridas, sobre todo en el Valle del Cauca, donde es tan común el segundo, que la gente lo mira como contagioso. En el Llano figura además una ulceración que empieza como botones de Biskra, pequeñas induraciones cutáneas y que repite después de la curación. Tanto de la tierra caliente

(1) METEOROLOGIA COMPARADA DE ALGUNAS POBLACIONES

	Altura	Presión del aire	Temp. media	Lluvia media
Honda	208 m.	744 m.	27°7	1 m. 820
Ibagué	1.323	658	21°8	1 m. 426
Medellín	1.508	639	20°5	1 m. 377
Bogotá	2.645	562	14°5	1 m. 105
Túquerres	3.107	529	13°	1 m. 210

como de la fría son el coto (bocio), sobre todo de la templada, terrible enfermedad que embrutece la raza humana y que proviene del uso de malas aguas. En fin, la más espantosa de las enfermedades, la elefantíasis de los griegos, extiende su lúgubre manto sobre todo el país, por falta de cuidado y de lazaretos; le hemos observado marcado antagonismo con el carate, se desarrolla principalmente en los suelos calcáreos y por error el pueblo cree la causa el más ligero enfriamiento repentino del cuerpo, en especial si se deriva de bebidas agridulces frescas. Lo dicho pudiera hacer formar juicio desfavorable de las tierras cálidas, que tanto se han desacreditado contra toda verdad; pero no: a la sincera enunciación de sus inconvenientes debe seguir lo que son en la práctica: tiempo hace que allí no hay grandes epidemias de ninguna especie; la mayor parte de los colombianos residen en ellas, aumentándose su número sin cesar, salvo muy contados puntos en los que la población está casi estacionaria y esto a pesar de la ninguna higiene del pueblo, de su falta de recursos y auxilios médicos, de los desmontes y de la explotación de selvas y minas. De lo dicho se deduce que es la gente pobre la que sufre más y la que por sus tareas está más expuesta a las picaduras de insectos y alimañas, lo cual explica también su costumbre de no recorrer el campo sino en las horas de luz.

Por causas enteramente geológicas, algunos sitios como Cartagena, la hoya del Rionegro, etc., presentan enfermedades especiales al par que singulares. La tala del bosque, la desecación de los pantanos, el cultivo del terreno, mejorará día por día esta zona, como lo demuestra la experiencia, ya que hasta en sitios mal reputados se encuentran personas octogenarias y aun centenarias. Como en la época del descubrimiento, nuestro suelo, por razones obvias, era más sano y sostenía una raza de seguro aclimatada, los mestizos a que ella dio origen, son, junto con los derivados de la raza negra, la esperanza de la patria para vencer los inconvenientes de esta zona, la que ese día por sus aluviones, únicos en feracidad, sustentará un pueblo de los más opulentos del globo. Resumiendo, tendremos que en verdad no son malsanos sino los sitios privados de ventilación, sobre todo si son valles hondos, a causa de la intensidad de miasmas que produce la temperatura cuando llega a 24°, por reflexión del calórico radiante. También en los valles sujetos a periódica inundación del bosque, el paludismo alcanza proporciones colosales; en cambio, en las costas y playones sin manglares ni mezcla estancada de aguas dulces y saladas y batidos por la brisa, el clima es sano, absolutamente sano. Por desgracia, el más eficaz de los medios para combatir la intoxicación palúdica, el uso de los *sanatorium,* es aquí del todo desconocido o desusado por el pueblo, si no es en pequeña escala, o sea en los suelos en que la inundación periódica le obliga a ser trashumante o poco menos.

En la región fría la nosografía cambia de aspecto: el paludismo y la fiebre amarilla, o no existen o no revisten gravedad mayor; la viruela fue más perniciosa, pero retroceden sus estragos ante la vacunación cada día más general, pero aún por desgracia, no obligatoria. La gran epidemia de esta zona es el tifus (que en la cálida pasa inadvertido entre hermanos más crecidos), y la tifoidea es, puede decirse, endémica. Hállanse el reumatismo agudo y sobreagudo; las sífilis, tan desarrollada en las ciudades como en la zona cálida, por falta de disposiciones legales; las afecciones agudas, simples y complicadas del pulmón (las más mortíferas en el ejército); la bronquitis y las demás conocidas de las vías respiratorias, sobre todo las crónicas, seguidas de complicaciones cardíacas; las afecciones del aparato digestivo (diarreas, disenterías, catarros, etc.); las del corazón y, sobre todo, las del hígado, principalmente la supuración. También abundan el raquitismo y la sordomudez, si el clima es muy húmedo; a veces la caída de los dientes; la verruga o pirexia, con erupción de extensión varia y distinta forma, contagiosa, de mal carácter; los epiteliomas del rostro, lentísimos en su crecimiento, pero que reaparecen después de cortados; las afecciones puerperales y la coqueluche, que hacen estragos en madres y niños; la dematosis; la fiebre eruptiva y el mal de San Antón (lepra). En los páramos priman las oftalmías, las afecciones del pecho y el *emparamamiento.* En toda la zona fría abundan las afecciones nerviosas, principalmente las neuralgias; y, por último, señalaremos la más grave de todas, la tisis mesentérica, que junto con la clorosis, ambas muy comunes, producto ésta de un aire pobre en oxígeno, causa verdaderos estragos. En resumen, la zona fría, si es sana y a la inmigración ofrece magnífico lote, su aire pobre, por dilatación, alimenta una raza poco fuerte para el trabajo de donde que resulte mayor la longevidad media en la tierra caliente.

Ahora, concluídas las premisas, consideremos a la ligera las diversas regiones en que climatéricamente puede dividirse el país: al NW. tenemos el *Istmo,* que sin el Darién, ofrece clima esencialmente marítimo; al W. el *Chocó con el Darién;* a la I. del Magdalena la *Mesa Andina* (central izquierda), que comprende a Túquerres, Pasto, Almaguer, Popayán, Valle del Cauca, cañón del mismo y Mesas de Antioquia y Chocó; a la D. del mismo la *Mesa Granadina* (central derecha), que comprende a Fusagasugá, Rionegro, Muzo, Cáqueza, Tenza, Bogotá, Tunja, Socorro, Chita, Soto, Ocaña, Pamplona y Cúcuta; la *región atlántica,* al N., con el Sinú, María, Santamarta, Valle de Upar, Goajira y Maracaibo; el *Caquetá* al SE., y el *Llano* al E. Como se comprende, esta división no es absolutamente precisa, ya que el clima a veces varía de una a otra sin transición repentina y que en ellas múltiples circunstancias locales engendran como climas particulares, por así decir, dentro de los generales.

1º Casanare-San Martín (los Llanos). — Integramente pertenecen a la zona tórrida, con el año por mitad repartido en estaciones seca y lluviosa. Al pie de la serranía el clima es esencialmente anormal, por refrescarlo con exceso, a la madrugada, los vientos fríos que descienden de las cimas nevadas. En el centro de la llanura poco baja el termómetro a media noche; pero en cambio, a medio día en verano hasta se duplica la temperatura al rayo del sol (62°), lo que mata a los extraños que afrontan ese calor sin grandes precauciones. Entonces, a la excesiva sequedad del aire (56°) se agrega el humo del incendio de los pajonales, lo que hace casi irrespirable esa atmósfera de fuego. En las mesas, menos húmedas y mejor ventiladas y por consiguiente en San Martín, el clima es relativamente sano y fresco. La mayor temperatura media en la llanura, la de 35°, está fuera de Colombia, en Caicara, que es el infierno de la región.

La estación seca abarca de diciembre a marzo, época en que el cielo permanece despejado, no se oye un trueno y soplan las brisas del NE. y ENE., violentas a medio día, nulas durante la noche y que en vez de refrescar, aumentan el bochorno con sus bocanadas de fuego. Las lluvias principian en abril, tienen dos máximos en julio y noviembre y un mínimum hacia septiembre. La máxima inundación, por desborde de los ríos, acaece en agosto. Las sabanas dan paso peligroso en junio y diciembre; en enero ya está enjuta la llanura.

2º Caquetá (Amazonia). — Caracteriza el clima de esta zona una excesiva humedad; de ordinario el cielo se muestra nebuloso y con frecuencia caen chaparrones en el verano. Como en el Llano, la temperatura del medio día, al sol, es irresistible. La porción más fresca y sana es el valle mismo del Amazonas, frecuentemente velado por densa bruma en la mañana; la zona más ardiente y malsana está en la parte central de la hoya del río Caquetá (37°), donde es fama enferma todo el que en ella permanece algunos días; mejor clima se encuentra sobre el Putumayo y el Vaupés. Las lluvias son casi continuas de abril a septiembre, con máximum en junio; en verano llueve con frecuencia, especialmente en diciembre.

3º El Chocó. — Esta región, sobre todo en su parte alta, es única por su clima en el Nuevo Mundo. En la porción central de la parte alta se mantiene el termómetro a 30°, en tanto que en la baja y donde llegan las brisas del mar sólo sube a 27°; en la mesa, en los valles altos y en los trozos máximos de Baudó, apenas alcanza a 21°. De ordinario el clima se refresca a la madrugada con la brisa de la montaña. Lo característico del clima del Chocó (como en el Caquetá) es la humedad, puesto que en lo más fuerte de lo que puede llamarse estación seca, el higrómetro marca 90° y por lo tanto allí se vive en un perenne baño de vapor que humedece la ropa y debilita el organismo. En invierno, de los ríos, lagunas y pantanos se ven salir nubes de vapores que el viento empuja contra la cordillera, y luego, tras un momento de calma sofocante, se desatan en lluvia cuando el sol pasa por el cenit, para reproducirse el fenómeno en la tarde y provocar un segundo aguacero, que de ordinario dura hasta la madrugada. Por lo común llueve menos en enero y febrero y más de noviembre a mayo en la cordillera, y de marzo a junio en las partes bajas. En los contornos del golfo de Urabá, merced a la acción del alisio, hay verano real de enero a marzo.

4º La región atlántica. — Por su área considerable comprende porciones en las cuales el clima presenta sus diferencias. El *Sinú* se asemeja en algo a la hoya del Atrato y es zona de enlace entre ésta y los Montes de María. Al otro extremo (el del E.) se tiende la península *goajira,* árida, inculta, donde el viento levanta remolinos de arena por ser en extremo seca, pues apenas caen algunos aguaceros de septiembre a noviembre, y al rayo del sol sube el termómetro a 67°. En puridad de verdad, respecto de clima la Goajira es una porción de las fronterizas y venezolanas tierras de Coro, con las cuales constituye un grupo especial, del todo diferente de los circunvecinos. En la cuenca de *Maracaibo,* que demora al S. de la anterior, ya el invierno dura de mayo a octubre, sin que falten aguaceros en el resto del año, en especial hacia la confluencia del Zulia y el Catatumbo, por lo húmedo del suelo y por las grandes masas de vapores que produce el lago, verdadero polo de atracción atmosférica, y que el alisio empuja hacia las selvas del mediodía, en las que por la noche cruza el aire luz fatua a modo de fanal que a intervalos ilumina el paisaje. A juzgar por los datos recogidos, es también aquí donde se verifica la mayor precipitación húmeda de América, como que excede de 5 metros, por lo cual la comarca es un verdadero *sunderbund,* gran laboratorio de miasmas y donde a la vez se halla una de las porciones menos sanas del país. En los anchos valles que se abren sobre esa selva (Cúcuta, Ocaña), hay puntos donde es común ver el termómetro a 38° a la sombra, y bajar hasta 18° al amanecer. Más arriba, en los valles de la serranía, el clima es delicioso pero enervante. En fin, en las cimas de las cordilleras del marco de la cuenca se hallan quizá los *páramos* más bravos del país, de ordinario lluviosos y engendradores de frecuentes y fortísimas tormentas. Desde el punto de vista higrométrico, Cúcuta es una excepción inexplicable, pues forma una mancha de aspecto goajiro donde la lluvia no alcanza a 2 metros en el año.

El *Valle de Upar,* o sea el cañón abierto entre la Sierra Nevada de Santa Marta y los Andes, tiene un clima muy análogo al de Casanare, y como al ardiente sol del medio día siguen las frescas brisas que en la tarde bajan de la nevada, el clima es nocivo para el pecho. Hacia el sur, o sea sobre la laguna de Zapatosa, suele reinar una calma sofocante. Las lluvias caen de abril a octubre y por la

putrefacción de los vegetales en el plato de Zapatosa, con el principio del verano aparecen, como en todo el país, las llamadas calenturas de Navidad. En esta región se producen igualmente las fiebres de Chiriguaná, miradas como la ultramanifestación del paludismo en Colombia.

En las *llanuras de Bolívar,* por las condiciones geográficas y topográficas de la comarca, en realidad, como en el Llano, llueve seis meses en el año; con todo, hacia fines de Junio, el veranito llamado de San Juan, a veces bastante prolongado, separa mejor las dos estaciones lluviosas trimestrales, que en caso contrario se confunden en una. En los valles cálidos y montuosos de la parte alta de los ríos San Jorge y Sinú, el invierno suele durar hasta nueve meses. En las llanuras bajas, muy húmedas, especialmente reinan las fibres palúdicas en septiembre y octubre. En las lomas arenáceas de la comarca, en verano, el calor suele hacerse insoportable aun para los naturales de ellas. Hacia las costas del norte suelen caer unas lluvias llamadas *nortes,* que no pasan del litoral y ocurren particularmente en noviembre y diciembre. En las lomas de María y de Tubará es notable el frío de la noche y abundantísima la niebla de la madrugada.

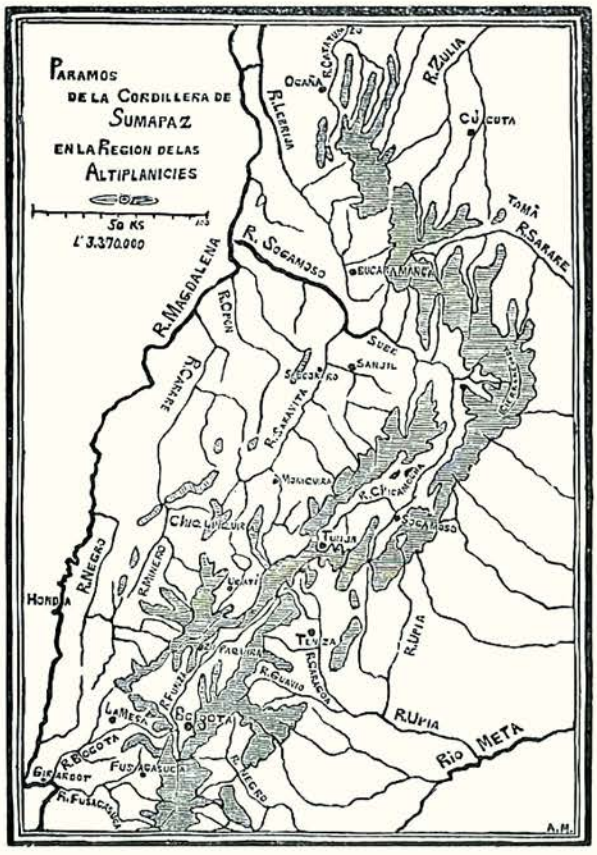
Cuanto al valle mismo del *bajo Magdalena,* donde llueve en los meses de abril a diciembre, las barrancas altas del río son sanas y las refresca la brisa de éste, análoga al terral de la Costa; no sucede lo mismo en las fajas pantanosas que median entre ellas y las sabanas altas. El río crece un poco en mayo-junio y mucho más en septiembre-diciembre, tornándose peligrosa su navegación para las barcas cuando soplan los temporales huracanados del Sinú, que se presentan en especial en agosto, mes casi de verano en Chiriguaná. En el bajo Cauca los vientos húmedos del sur producen molestísimas lloviznas. Aquí, en invierno el cielo se mantiene bromizo, lo que no sucede en las sabanas altas, y la inundación remeda a Casanare, con su quieta y extensísima laguna. En el Magdalena central es más largo y fuerte el invierno, como que es una zona de transición en la que no escampa sino de diciembre a febrero. Aquí, en la margen derecha, no sólo existe otro de los infiernos colombianos (38°), sino que, según todas las apariencias, se encuentra también el territorio más insalubre de Colombia, en las vecindades del bajo Sogamoso.

5º Valle del Tolima (alto Magdalena). — Esta región, por su configuración topográfica, por las arenáceas llanuras del *thalweg,* las altísimas cordilleras que la rodean y las especies de boquetes que la enlazan a la Costa y al Caquetá, presenta la suma y compendio de todos los climas y estaciones, por más que en ella aparezcan las dos épocas de lluvia y las dos de sequía engendradas por la marcha anual del sol. La temperatura del fondo decrece regularmente de N. a S., pero en la mitad N., en verano, el termómetro sube a 34° y 36° en los llanos áridos, después de medio día, y al rayo del sol el calor alcanza proporciones inauditas. En la mitad sur baja a 23°, pero a causa de los nevados vecinos hay allí lugares, como San Agustín, donde casi de repente varía la temperatura de 23 a 9°. Hacia el centro, sobre la línea Saldaña-Bogotá, el choque de los vientos del N. y del S. origina violentos temporales, abundantes en descargas eléctricas. La segunda estación lluviosa de septiembre a diciembre es más regular que la primera, que en el centro suele limitarse a los meses de abril y mayo, en tanto que en el S. se extiende hasta junio y aún a julio en las serranías de los Pardaos.

6º La mesa oriental. — Por lo extenso y complejo de su relieve, esta región abarca numerosas subdivisiones de clima, que rasgos acentuados diferencian unas de otras. Al N., en el fondo del *Pilar de Labateca,* a pesar de su escasa altitud, la temperatura media sólo llega a 17°, debido a los yermos páramos que la envuelven: en la hoz de Margua el choque de los vientos produce violentos temporales que duran hasta seis días; y en la Mesa de Juan Rodríguez el páramo de ordinario está envuelto por densa niebla o batido por recios aguaceros. La zona del *Lebrija* es algo así como de transición entre las vecinas, aun cuando en ella prevalecen los cálidos vientos del Magdalena. Más al sur, en las tierras de *Guanentá,* es rasgo característico el cañón del Sube —donde en verano alcanza el termómetro a 38°— que crea dos como corrientes de fuego que suben por los cañones del Chicamocha y el Saravita casi hasta su principio, puesto que allí marca entonces el termómetro 24°. En el territorio envuelto por esa herradura de ardientes grietas, el clima oscila en el año entre 20 y 30°, según las localidades, tiene dos épocas de lluvia, y hacia el centro guarda una especie de polo tempestuoso (Mogotes), por la convergencia de los vientos fríos de los páramos del contorno. En los valles de Vélez y de Leiva, por la abundancia de vientos húmedos, hay cumbres (Gámbita) donde apenas se suspende la lluvia en diciembre-febrero, bien que en julio y agosto prevalecen destempladas lloviznas que enfrían bastante el fondo de las cuencas, como sucede en Leiva.

Al contrario, en las tierras intermedias entre el cañón del Chicamocha, la Sierra Nevada de Chita y la Mesa Colorada, uno de los páramos más fríos y tempestuosos del país (4°–0°), se producen complicaciones singulares, puesto que en Capitanejo varía el termómetro de 14 a 30°. Al pie de dicha Sierra Nevada el invierno se prolonga bastante, y de ahí hacia el sur, según los valles, su entrada se atrasa o adelanta hasta un mes. Cuanto a la *altiplanicie* de Tundama, en el fondo el clima oscila entre 14 y 16° (mayo, noviembre), y entre 19 y 21° (diciembre-febrero), cuando en las terrazas que están al pie del muro de la cuenca apenas cambia de 12 a 15°. Semejantes son las tierras de la cuenca de Fúquene, cuyo fondo es algo más tibio.

En las cuencas que constituyen la banda oriental de la mesa, al respaldo de las *altiplanicies*, la temperatura del fondo varía de 25 a 31° y el invierno mucho es más largo en las partes más bajas. En las partes altas hay valles, como el de Boyacá, donde el viento de junio y julio es tan seco y frío, que el termómetro desciende a 8° y en invierno, a par que se duplica la temperatura, se hace tan húmeda la atmósfera, que dentro de las casas se revienen el azúcar y la panela. En la opuesta banda, o sea en los valles occidentales, a igual altitud, la temperatura es mucho mayor, debido a las influencias del valle del Tolima, las épocas de lluvia sufren retardos o adelantos de conformidad con la orientación de sus hoces, y en los páramos del E., en especial en la cuenca de Muzo (verano 30–32°), hay boquerones donde precisamente sopla viento huracanado a medio día. En la cañada que sigue al Salto de Tequendama la humedad ambiente es más considerable y más nocivo el clima por las transiciones consecuenciales de tal desproporción. El tibio valle de Fusagasugá es el que menos se diferencia en estaciones de la *Sabana de Bogotá*, cuyo clima, sin duda ninguna, debe tomarse como el típico de las altiplanicies. En el centro de la llanura la temperatura es algo menor que en los abrigados valles que se abren sobre ella y lo mismo sucede si se comparan sus mitades occidental y oriental, o sur y norte; en un grado supera Hatoviejo a Soacha, que está a un

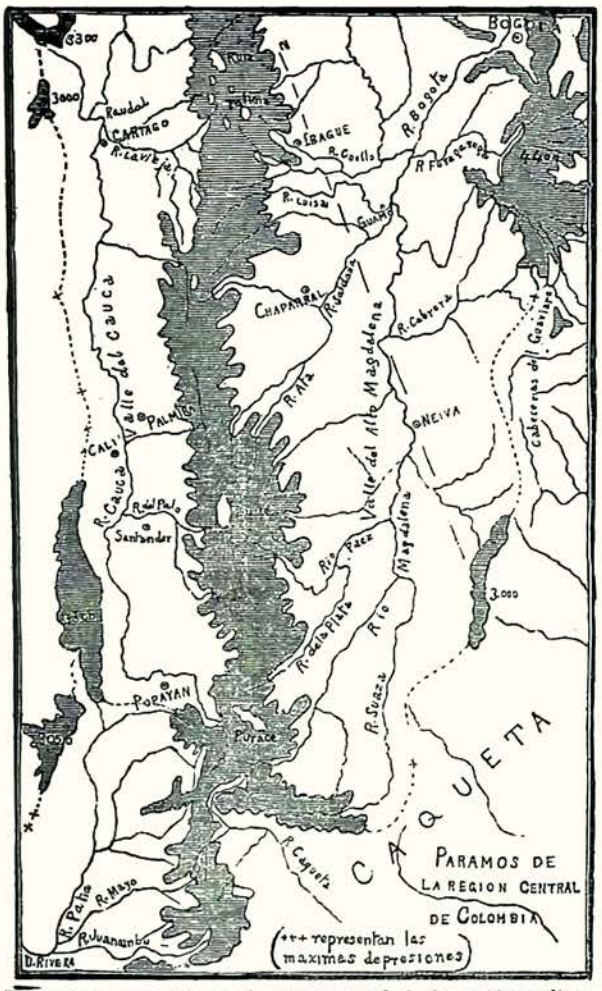


Ejes de las cumbres en la región central de la cordillera de Sumapaz.

hectómetro menos de altitud. La humedad media no es excesiva (65°) y la temperatura anual no varía sino dentro de límites muy reducidos, de acuerdo con las épocas de lluvia y sequía; no sucede lo mismo con la diurna, que entraña una verdadera marea termométrica, con 10° en la mañana y la noche y 18 y aun 21 a medio día. Al amanecer es común que el termómetro baje a 0° en enero y agosto, lo que produce fuertes y perjudiciales heladas, que algunas veces solidifican la superficie de las lagunas. El alisio del SE. sopla principalmente de junio a agosto con gran fuerza y trae destempladas lloviznas. En los otros meses reina el del NE. (noviembre), o bien soplan vientos locales, en especial en diciembre y febrero, en que se establece el del SW. por la abra del Tequendama. Las lluvias no son uniformes en la Sabana, puesto que en el valle de Chocontá se asemejan más a las de Casanare, o sea duran de marzo a noviembre, con intensidad máxima en mayo y junio. En el centro de la llanura cae menor cantidad de agua, y son más marcadas las dos épocas de invierno (marzo-mayo, septiembre-noviembre) y las dos de verano y de aquéllas es más regular la segunda, en la cual cae por lo menos tanta agua como en las dos estaciones secas, en las que no faltan aguaceros. En un período de diez años la cantidad de lluvia caída varió de un mínimo de 85 centímetros a 1,40 m. o sea casi de uno a dos, lo cual explica las vicisitudes de la agricultura en torno de la capital.

7º *El macizo antioqueño.* — Como la Antioquia propiamente dicha levanta su maciza mole entre un grupo de nevados y dos ardientes valles, semeja una especie de península estriada en su centro por cálido surco. Por esto la acrópolis antioqueña, la mesa de Santa Rosa, resulta con clima que no dice con su altitud, pues no siendo ésta sino de 2.600 a 2.800, el termómetro apenas sube de 9 a 12°, es decir, marca un verdadero páramo. Allí la lluvia es intensa, frecuente el granizo y el cielo nebuloso y en las cumbres de Santa Inés, que al pie tienen cañones de 30° en verano, los temporales alcanzan inauditas proporciones. En el valle bajo del Nechí (verano 29 a 35°), muy fresco por la noche, reinan fiebres que poco desdicen de las de Chiriguaná. Al S. de Santa Rosa se tienden el templado valle de Medellín (20 a 22°) y el más extenso y frío de Rionegro (18 a 20°); en aquél prevalecen las influencias atmosféricas del bajo Cauca y en éste las del Magdalena central, por lo cual es más húmedo. El *cañón del Cauca* se distingue por lo intenso de la temperatura de su fondo y lo fuerte de los vientos que lo azotan. La tierra de Arma se reduce a una serie de cajones sin ventilación, ardientes y malsanos en su remate, húmedos y destemplados en su origen. Las lluvias son considerables en éstas hondonadas que por las tardes son bañadas por vientos fastidiosos que bajan de las alturas.

El valle del Cauca. — De Popayán a Cartago desciende la temperatura que allá es primaveral



Parameras y cresterías de la parte central de la región andina.

(17 a 21°) y acá es templada y tórrida (22 a 29°), un poco más fresca hacia la cintura de Buga, y algo más ardiente en el centro de las dos cuencas que separa esa estrechura. Es más cálida y seca la banda occidental (verano 30 a 32°), más húmeda y malsana la oriental, y como vientos alternan los dos alisios, con variaciones locales e inversas a las que se observan en el valle del Tolima. En las cumbres quindianas es casi continua la llovizna y soplan violentos temporales de junio a septiembre.

La región del Patía. — Esta comarca, que ocupa todo el extremo sur de la mesa occidental, comprende una serie de tierras paramosas estriadas por cañones que convergen hacia la ardiente y malsana llanura del Patía (29°), que hacia la hoz de Minamá encierra uno de los infiernos colombianos. Tal es la acción que ejerce este receptáculo, que hacia el N. y el S. las temperaturas cálidas y templadas avanzan hasta el Roble y hasta Puerres, o sea marcan un surco o grieta cálida que, incluso el valle del Cauca, puede decirse casi sin exageración va de la frontera ecuatoriana al mar Caribe y une las diversas porciones que constituyen la gran mesa occidental. En el fondo de la depresión patiana el termómetro al medio día marca 38° a la sombra y 50° al rayo del sol, cuando en Túquerres indica 3° y a 25°, respectivamente, por lo cual es insoportable el clima y los páramos circunvecinos yacen envueltos en niebla o cubiertos de granizo. Las lluvias son aquí más intensas: en Túquerres se presentan primero de mitad de enero a mayo y luego de septiembre a mitad de diciembre; en la depresión patiana llueve más, pero en menos tiempo.

8º Panamá. — El clima de esta zona es esencialmente marítimo y presenta marcados contrastes entre sus dos vertientes; la temperatura es más uniforme en el litoral caribe y la cima de la cordillera mucho más fría de lo que normalmente corresponde a su mediana altitud. La temperatura oscila entre 22 y 35°, lo que en muchos puntos la hace sofocante en verano y desagradable en invierno. En las selvas del Darién, sobre ser intensa la precipitación húmeda anual, no es raro que se concentre en corto tiempo, pues de ordinario la sexta parte cae en un solo mes (noviembre) y de ella un cuarto en un solo día! De ordinario, no hay sino un aguacero corto al ponerse el sol. En lugares como Portobelo, truena todo el año. En cambio, el Istmo guarda sitios como Chorrera, reputado como el mejor *sanatorium* del país y los valles de David, tipo de las regiones tropicales de eterna primavera.

FLORA Y FAUNA

Cada región del globo posee una *fauna* (conjunto de especies animales) y una *flora* (conjunto de especies vegetales) determinadas, es decir, que aparece caracterizada por una cierta asociación de especies animales y de especies vegetales. El número de especies puede ser considerable y sin embargo no comprender cada una sino un pequeño número de individuos: fauna y flora son entonces ricas, pero la vegetación será poco densa y los animales escasos; y al contrario: la *Amazonia,* por ejemplo, tiene una vegetación riquísima y al mismo tiempo una flora muy variada; no sucede lo mismo en los Llanos, a pesar de ser exuberante la vegetación. La humedad, el suelo y sobre todo el calor deciden de la repartición de las floras y faunas sobre el globo, por lo cual los botánicos dividen la vegetación en tres grupos: *boreal, tropical* y *austral,* comprendiendo el segundo dos floras: la *paleotropical* (antiguo continente) y la *neotropical* (América), en la cual se incluye Colombia. Por su parte los zoólogos dividen la tierra en seis regiones: la *paleártica* (norte del antiguo continente), la *neártica* (América del Norte), la *oriental,* la *etiópica,* la *neotropical* (América Central y Meridional) y la *australiana.* La región neotropical comprende los grupos mexicano (América Central), antillano, *colombiano* (con Ecuador), brasilero y argentino (1).

(1) Las cartas y croquis referentes a esta sección, lo mismo que las relacionadas con el clima, los cultivos y los yacimientos de minerales, se encontrarán en el libro destinado especialmente al estudio de las riquezas naturales del país.

a) *Flora.* — Nacen los vegetales amoldándose al medio ambiente, por lo cual, según sea la naturaleza, altura y situación del terreno y la distribución que en él resulten del calor y la humedad, así también será la flora de una comarca en cuanto a su aspecto, su savia y su carácter. Por esto y por las condiciones generales climatéricas del globo, dominan en él tres tipos de vegetación caracteristícos: el frío endurece la tierra, a la que sólo deja producir musgos, líquenes, arbustos achaparrados y pequeñas gramíneas; el calor la viste con estupenda, monstruosa vegetación, en que dominan la palmera y el baobab; el término medio entre los dos favorece la aparición de ricas mieses y praderas. A lo dicho debe agregarse que en las costas la onda salobre y las arenas producen flora peculiar, vecina de la varia y matizada del océano y de las yerbas y juncales que orlan a los ríos. También trae consigo sus diferencias la montaña, cuyo tinte y cuyo aspecto difieren siempre del que muestra la llanura.

Por eso Colombia, alzada a un tiempo entre el ecuador y el polo y entre el ecuador y el trópico, guarda vegetales de toda especie; mas, como la mayor parte de su suelo es cálido, es también esta la flora que domina en el país, surgiendo de entre ella, como de entre gentil y aromado búcaro, el vario ramillete con que se engalanan las montañas, en cuyo tope, como remate del maravilloso ramo, brillan perdurables al sol riquísimos diamantes. Poco es, sin duda, el campo que nuestro suelo ofrece a la flora extratropical, la que por lo mismo, dada la actual distribución de los habitantes, reviste notable importancia; luégo veremos cómo ella se escalona en las gigantes faldas para pasar de las palmas y musáceas al café y el trigo, a la papa y el maíz y la cebada, simpática gramínea que desafía el hielo de los páramos, en donde el frailejón ofrece siempre calor al aterido viajero. Como se comprende, es flora de transición la que cubre la falda media de los montes y en la llanura, según sea la humedad de ésta, constante o accidental, domina la selva o la gramínea.

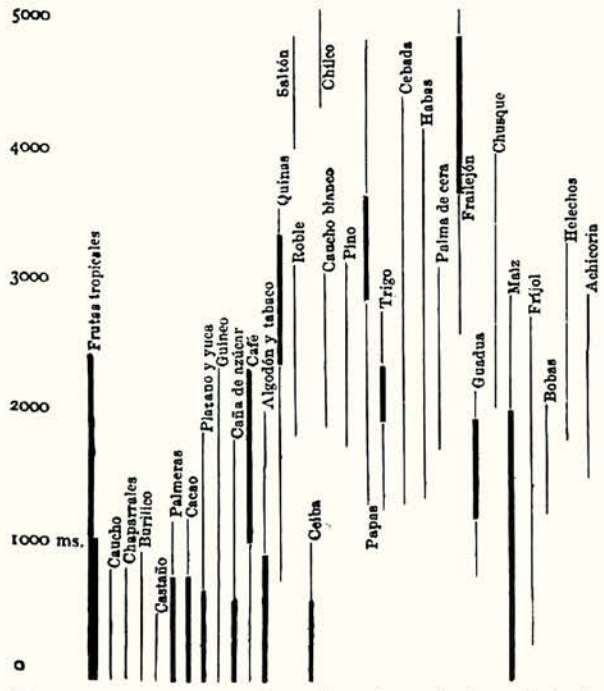


Diagrama representativo del escalonamiento de los principales vegetales en los Andes.

También las divisiones naturales del territorio patrio concuerdan con lo que hay que decir de la flora. En efecto, en el Darién, el Chocó, el Magdalena central, el bajo Cauca y el Caquetá, impera la selva, la selva con tipo propio en cada zona, virgen de ordinario, pues sólo como oasis naturales o artificiales varía allí la vegetación; en los Llanos y las sabanas de Bolívar y del alto Magdalena, dominan las gramíneas, bien que con sus variantes en el aspecto del conjunto; en el Valle de Upar y la Goajira hállase suelo sahárico, con cactus, espinos y arenales; los valles andinos se cubren con galanas flores, con jugosa yerba las altiplanicies, con áspera paja y raquíticas plantas las altivas cumbres. A primera vista, entre la flora de las dos grandes mesas no hay diferencia alguna; pero bien estudiado el punto, se la halla, y notable, conforme lo veremos en su lugar.

Una de las magnificencias de nuestra patria es la inmensa selva virgen, cuya salvaje belleza no olvida quien la vio una vez, y la que en aspecto, a primera vista, no se distingue de la del norte sino por la magnitud de los árboles, el verde más brillante de sus hojas y la riqueza y variedad de sus bejucos que bajo el cielo de los trópicos tornan el paisaje grave y austero. Sin embargo, al recorrerla, no hay en ella la monotonía de aquélla; las más diversas familias mezclan allí sus ramas, cada árbol ofrece aspecto propio, y las formas, pulimento, color de tronco y hojas, por su infinita variedad, semejan singular kaleidoscopio, merced al diversísimo matiz de las hermosas flores que, ora sueltas, ora en guirnaldas, esmaltan con su pedrería aquel poético conjunto que perfuman con su aroma. En el Chocó predomina por el exceso de humedad la vegetación criptogámica y vascular; en el Caquetá y el Magdalena el bejuco que se enlaza a los árboles, los une con festones que semejan elegantes pórticos y de tal modo traba la copa de aquéllos, que a sus pies jamás llega el rayo del sol; de ordinario bajo aquella bóveda, entre los gigantes que la sostienen, crecen arbustillos y orquídeas que forman como digno tapiz de esos edificios, interrumpido a trecho por las aguas quietas, las que por su abundancia dan alguna frescura al conjunto que bulle con los mil ruidos de la más vigorosa de las manifestaciones de la vida orgánica del planeta. En las faldas de los montes hay selvas en que faltan los bejucos y la vegetación menuda: allí los árboles crecen solos, mezclan sus copas, en el suelo tienen por tapiz sus marchitas hojas que apagan todo ruido y el bosque

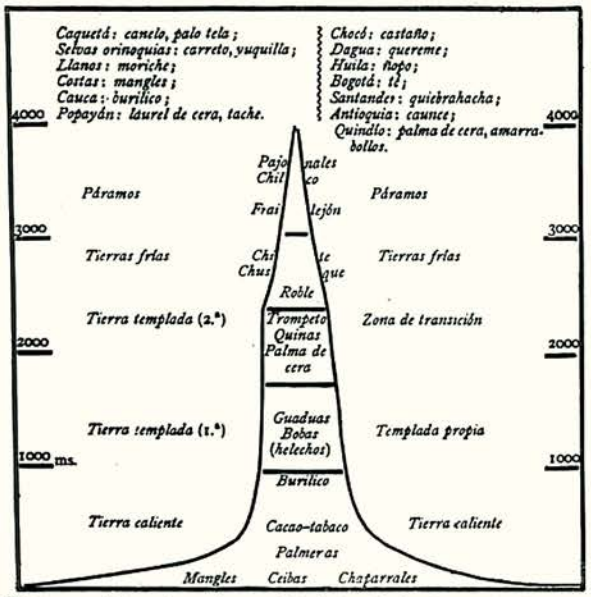


Diagrama del escalonamiento altimétrico de la flora colombiana.

semeja naves colosales y sombrías, negras en lontananza, donde el pecho tiembla al recorrer tan sin igual paisaje, dominado por algo misterioso, imposible de expresar... Otra existe en que los árboles, a modo de mangles de tierra firme, no sólo unen las copas, sino que enlazan las raíces, cuando no los troncos, resultando el más singular de los tejidos que idearse puede. Hacia las cumbres la selva se empequeñece sin dejar de ser vistosa, rica en aromáticos bejucos y elegantes helechos, su verde es más negro, y por último se transforma en arbolillos sueltos y miserables. Del invierno al verano, nuestra selva, que sólo varía con la humedad, apenas se diferencia en el verde más o menos claro de sus hojas, en la riqueza del follaje, en la intensidad del matiz de las flores, siempre maravilloso en el trópico. Unicamente hacia el Valle de Upar es tal la sequedad, que ni la selva puede ser tupida, ni el verano la deja con follaje. En fin, también se diferencia de la base a la cumbre de las montañas, pues en éstas, antes de las rocas desnudas y las gramíneas amargas y fibrosas unidas al frailejón, ya los árboles son medianos o pequeños, con tronco corto, atezado, retorcido, muy dividido en ramas con hojas lustrosas, duras, coriáceas, como hechas para absorber y resistir la fría humedad de las parameras. En resumen, la montaña en cada zona ayuda a dar a éstas su típico carácter.

A par de la selva con sus mil matices dominan también en nuestra patria las zonas herbáceas, de ordinario planas, bien que alcancen igualmente las alturas, aunque sin la majestad y autonomía que en aquéllas. En tesis general, su aspecto tiene algo de semejante, pero varía también, como la selva, de una a otra zona. En efecto, en la Goajira dominan cactus y arbustos espinosos que a trechos dejan ver la desnuda arena; en Chiriguaná, a las altas gramíneas se unen dondequiera los agaves y escasean los árboles, más abundantes en las sabanas de Bolívar; en el Tolima, ora el suelo apenas se alcanza a cubrir con diminutas gramíneas, ora éstas son crecidas y mientras en unos puntos predominan los arbustos espinosos, en otros, grandes matorrales y frondosas ceibas forman setos naturales; similar es tanto la vistosa llanura caucana como la del Patía. Las llanuras de las altas montañas muestran sus verdes gramíneas esmaltadas de flores, en especial por las de la característica achicoria, y los pantanos del litoral se adornan con manglares. En la llanura herbácea por excelencia, en los Llanos, aquí y allá se alzan grupos de elegantes palmeras o surgen bosquecillos de hoja dura, sombrío para los ganados, en lo cual son inferiores al moriche, que guarda frescura y cuyo bello abanico contrasta con el siempre gris y polvoriento de la melancólica *Cobija*. Esto al terminar el invierno, porque en verano los tintes amarillos de las muertas hojas imprimen especialísimo aspecto a los paisajes.

. . . . . .

b) *Fauna.* — Bien que sujetos a la acción del clima, los animales dependen mucho menos de su influencia en las áreas que ocupan, de donde mayor extensión y lindes menos precisos en las provincias zoológicas. Sin embargo, como aquella influencia nunca desaparece del todo, resulta que la fauna colombiana presenta poco más o menos las mismas divisiones que la flora, en especial marcadas si se trata de las tierras cálidas y frías, bien que muchas veces de una a otra zona apenas se diferencien las especies en la talla o el matiz de la piel o la pluma; tenemos, pues, ante todo, dos divisiones profundas: la fauna andina y la de las tierras calientes. La última pertenece íntegramente a lo que los zoólogos llaman región neotropical, caracterizada por los monos de nariz lateral, los murciélagos de compleja hoja nasal, los grandes roedores subungulados, los marsupiales, los felinos subordinados y otros animales, que si en general son inferiores a los del

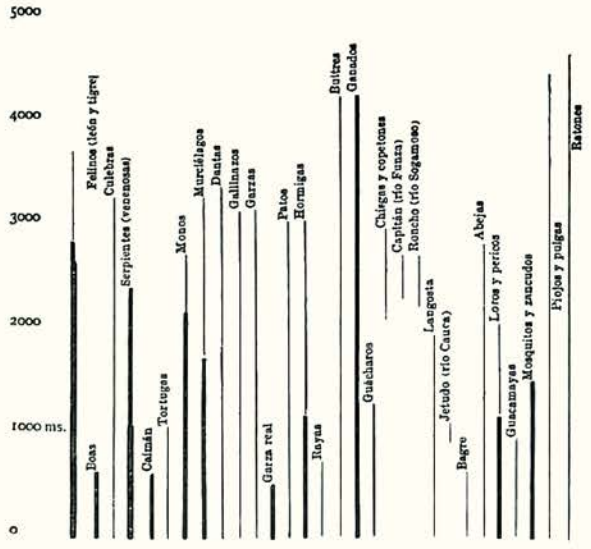


Diagrama representativo del escalonamiento de algunos animales en los Andes.

Viejo Mundo en magnitud, de ordinario les superan en gracia, variedad y hermosura. La primera, que puede englobarse en la neártica, ofrece marcada inferioridad en sus tipos, salvo alguna excepción, y son varios los animales que en ambas mesas les dan vida propia. Cesa la vida con la nieve y sin embargo sobre ella se remonta el único animal que, si bien vive en las altas montañas, busca su presa lo mismo en la llanura ardiente que en la yerma paramera y da así enlace a toda la fauna del país: nos referimos al *cóndor*, con justicia elegido para figurar en las armas de Colombia, puesto que es en la parte sur de la cresta del Quindío en donde alcanza su mayor bravura y desarrollo; algo más de 6 metros de envergadura medía la pareja que uno de nuestros virreyes envió a España. Por lo demás, y esto se comprende bien, ningún país de América rivaliza con el nuestro en la riqueza de la fauna, como ninguno le iguala en la flora; nuestro grande oriente encierra a un tiempo los animales de Venezuela, Guayana y el Brasil; los Andes del sur guardan los del Ecuador; Panamá, los de Centro América; la costa atlántica, algunos de los de las Antillas y el Chocó, y las montañas interiores forman provincias completamente diversas de aquéllas y por lo tanto propias (1).

. . . . . .

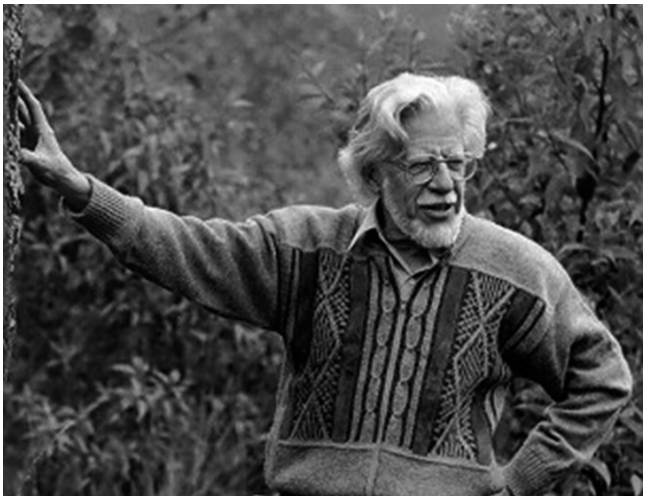
(1) "La subregión brasilense es la más vasta de todas las neotropicales, como que se extiende del Atlántico a los Andes, comprende las hoyas del Orinoco y el Amazonas, y no se detiene sino en el río de La Plata. Abarca un territorio formado por llanuras bajas, selvosas, a menudo inundadas. La fauna de esta región está caracterizada especialmente por los monos, las zarigüeyas, los edentados, los tapires y las ratas espinosas. Muchos géneros de aves están confinados a esta comarca, siendo en las riberas del Amazonas donde esta fauna ornitológica exhibe toda su belleza". — **A. E. Brehm.**

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):346-352, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.576

Palinología de la región de "Laguna de los Bobos", historia de su clima, vegetación y agricultura durante los últimos 5.000 años

Thomas Van Der Hammen

Rev Acad. Colomb Ciencias. Exac. Fis. Nat. 1962, 11 (44): 359-361.



Thomas Van Der Hammen (1924-2010)

El Prof. Dr. T. van der Hammen nació en Schiedam Holanda; desde su juventud, dio muestras de su devoción por las ciencias naturales. Geólogo de profesión, extendió su trasegar a la botánica, la arqueología, la antropología y la conservación del medio natural y fue en términos de sus colegas y estudiantes, un referente ideal del término ecólogo. Colombia recibió gran parte de su dedicación al conocer, documentar y proponer medidas de preservación de su biodiversidad. Sus inicios como geólogo en el Servicio Geológico Nacional le permitieron fundar el primer laboratorio de Palinología en Colombia y establecer lazos de camaradería con los profesores del Instituto de Ciencias Naturales, entidad en la cual desarrolló una gran labor docente-formativa, además de liderar en conjunto numerosos proyectos de investigación sobre las regiones Andina y la Amazonía. Mostró preocupación por los páramos y libró varias campañas para, finalmente, lograr que la sociedad colombiana se apropiara del término y de su importancia vital para el mantenimiento de los procesos económicos, culturales y sociales a lo largo del sistema cordillerano. Maestro de maestros, formó a la mayor parte de los Palinólogos y Paleoecólogos colombianos. Sus contribuciones han sido fundamentales para el conocimiento del cuaternario de Colombia y para el establecimiento de una escuela de Biología Tropical.
Información biográfica suplementaria: http://www.accefyn.org.co/sp/academicos/Thomas_van_der_Hammen.htm

El artículo "Palinología de la Región de la *Laguna de los Bobos*, Historia de su Clima, Vegetación y Agricultura durante los últimos 5.000 años", fue obra del autor Prof. Dr. T. van der Hammen quien hizo numerosas contribuciones de enorme significado para la comprensión de las características ecológicas asociadas con la distribución actual de la vegetación y la historia de la misma en los últimos 5.000 años. Particularidades o hechos importantes:

1. Se refirió y definió de manera acertada la disimetría en la distribución geográfica de tipos de vegetación como los bosques de roble, asociada con contrastes climáticos, particularmente la condición de humedad.

2. Se documentaron cambios fuertes en la sucesión de tipos de vegetación abierta (pajonales) por boscosa (bosques de roble) y viceversa, eventos que fueron asociados con oscilaciones climáticas locales que pudieron compararse con manifestaciones globales. Se establecieron comparaciones entre los cambios de clima y sus efectos en la vegetación a nivel regional (Colombia) y global (Europa) y se les asoció con las fluctuaciones climáticas de periodos críticos bien definidos para Europa durante el Holoceno. Se fijó un punto clave en las discusiones sobre efectos de cambio de clima global y la señal de su influencia a nivel regional.

3. El hallazgo de granos de maíz y su interpretación a nivel local y regional, así como la corta, pero muy fundamentada discusión sobre relaciones probables entre culturas antiguas con base en la extensión de la agricultura, fue un aporte muy significativo para disciplinas como la arqueología, la antropología así como para entender el manejo del territorio con nuestros antepasados.

J. Orlando Rangel-Ch, Ph.D
Miembro de Número

PALINOLOGIA DE LA REGION DE "LAGUNA DE LOS BOBOS"

HISTORIA DE SU CLIMA, VEGETACION Y AGRICULTURA DURANTE LOS ULTIMOS 5.000 AÑOS

Por THOMAS VAN DER HAMMEN

SUMMARY

The present article deals with the pollen analysis of a section from a lake (Laguna de los Bobos) at an elevation of 3800 metres in the region of Oak-forests near the limit of the departments of Boyacá and Santander (Cordillera Oriental, Colombia). The diagram shows two more important changes of "tree-line", a rise between samples 21 and 20 and a fall between samples 13 and 12. According to the C14 dates, the second one should correspond to the Subboreal-Subatlantic transition in Europe. Comparison with other diagrams from Colombia shows that the first should correspond approximately to the Atlantic-Subboreal transition. The fall of Alnus *and the rise of* Quercus *between samples 16 and 15 is another change of vegetation, also recognizable in other Colombian diagrams.*

A curve for Zea mais *(maize, corn) and the C14 dates indicate that agriculture was of importance in the lower valleys from approximately 300 (-600) B.C. until 1200 A.D.*

En agosto de 1959 se efectuó una investigación botánica y palinológica en la región de los bosques de roble en los límites de Boyacá y Santander, en la cual participaron también Roberto Jaramillo y Jorge Hernández, botánicos del Instituto de Ciencias Naturales, y Enrique González y Juan B. Perico, del Servicio Geológico Nacional.

El primer sondeo se realizó en la Ciénaga del Visitador, situada a unos 3300 metros de altura, en el Páramo de Guantiva. Esta Ciénaga (fig. 1) es un inmenso pantano, situado en un amplio valle que se halla sobre una especie de altiplano rodeado por cerros que alcanzan localmente alturas de aproximadamente 4000 metros. Las laderas de los cerros están casi desprovistas de bosque, hecho que en parte podría ser causado por desmonte y por las quemas actuales, pero el análisis de polen de las muestras extraídas con la sonda demostró que de todas maneras hubo muy poco bosque durante la mayor parte del Holoceno. Esta escasez de bosque se explica, ya que la región queda en la sombra de las lluvias, detrás de los cerros que la rodean, y que por consiguiente el límite altitudinal del bosque se encontraría aquí localmente a una altura menor de 3300 metros.

En las laderas opuestas de los cerros circundantes, por lo menos de los que se encuentran al occidente en el límite entre Boyacá y Santander, las condiciones son muy diferentes. El aire saturado con vapor de agua, sube desde alturas mucho menores de los valles que se encuentran al occidente, y al enfriarse forma una zona de condensación, con frecuente niebla. Hay entonces una mayor humedad (precipitación y humedad del aire) y también hay menos temperaturas extremas, por el efecto de invernadero de las nubes. El resultado es que el límite altitudinal del bosque, constituído aquí en gran parte por robles (*Quercus*), se encuentra más alto, es decir, a unos 3500 metros aproximadamente (fig. 2).

El Alto de la Laguna de los Bobos se encuentra en esta zona, y tiene una altura aproximada de 4000 metros. En las laderas occidentales (NW) de este cerro se encuentran localmente, arriba del propio límite del bosque, en pequeños valles, hondonadas y otros sitios protegidos, un "bosque" enano con *Aragoa, Weinmannia, Rapanea* e *Ilex,* hasta una altura aproximada de 3800 metros.

La situación general tiene efectivamente una semejanza con la de las laderas occidentales de la Sabana de Bogotá, con su zona nublada y bosques de roble, y con una zona de sequía que queda detrás de los cerros a la sombra de las lluvias (véase también van der Hammen & González, 1960 a).

La Laguna de los Bobos (o del Bobo) queda más o menos en la ladera occidental del cerro, a una altura aproximada de 3800 metros (fig. 3 y 4). Es una típica laguna de circo glaciario. La ladera, que desde la cima del Alto da a la laguna tiene una fuerte inclinación. La laguna misma está situada en un plano muy pequeño, semi-rodeado por rocas. En el lado exterior se halla limitada por un pequeño saliente rocoso, razón de su existencia, y sobre el cual se realiza también el desagüe. Desde la laguna hacia abajo, la inclinación de la ladera es también bastante fuerte.

En esta laguna se efectuó también un sondeo, y se coleccionó una serie continua de muestras, para análisis de polen y para análisis de Carbono 14. Este sondeo se pudo realizar en la propia laguna, gracias al nivel relativamente bajo del agua en este tiempo del año, y a la existencia de una zona panda en el lado Norte. La profundidad del agua en este sitio no era entonces más que de unos 20 centímetros.

Hasta una profundidad de 155 cms. se encontró un sedimento de laguna muy fino y relativamente oscuro, pero bastante arcilloso. Desde esta profundidad hasta 200 cms. los sedimentos eran mucho más arenosos, y entre 200 y 225 cms. estaban compuestos de una arena gruesa llena de pequeños fragmentos angulares de roca. A los 225 cms. el sedimento se hallaba ya tan grueso y duro que resultaba imposible penetrar más con la sonda.

En total fueron analizadas 22 muestras, con un intervalo constante de 10 cms. Cada muestra fue preparada para aislar el polen fósil que contenía y en cada una un número aproximado de 200 granos fue determinado y contado. El porcentaje de cada especie fue después calculado sobre un total de aproximadamente 200, cons-

tituído de Gramineae, *Acaena, Quercus* (roble), *Alnus* (aliso), *Podocarpus* y un grupo de otros elementos de bosque (*Hedyosmum, Myrica, Weinmannia, Vallea, Rapanea, Symplocos, Ilex, Styloceras, Juglans, Bocconia, Dodonaea, Urticaceae* y *Miconia*). Otros elementos no fueron incluídos en esta suma, pero fueron contados y expresados en porcentajes con la misma suma como base de cálculo. Los resultados así obtenidos, fueron puestos en un diagrama, construído de la manera siguiente (véase fig 53):

A la extrema izquierda aparecen las profundidades en centímetros, las fechas de Carbono 14 y la columna estratigráfica. Sigue hacia la derecha primero el diagrama general. Cada línea horizontal representa una muestra. El diagrama general representa de cada muestra el porcentaje de las especies o grupos de especies de los elementos incluídos en la suma de cálculo. El área en rayado representa ciertos elementos de vegetación abierta (Gramineae y *Acaena*) y el área blanca los principales elementos de bosque. En esta área blanca se han indicado separadamente y con diferentes signos las curvas para *Quercus* (roble), *Alnus* (aliso), *Podocarpus* y el total de otros elementos de bosque. Siguen a la derecha del diagrama general primero separadamente las curvas de los mismos elementos incluídos en la suma, después una columna con el número total exacto de granos contados para esta suma, y finalmente siguen las curvas de los elementos no incluídos en dicha suma.

Consideremos ahora, qué es lo que nos enseña el diagrama sobre los cambios de la vegetación que se realizaron en el tiempo de la deposición de los sedimentos analizados.

Las muestras 22 y 21, las más antiguas del diagrama, tienen un porcentaje alto de elementos de vegetación abierta (Gramineae), más alto que hoy día (como se puede ver comparándolas con la muestra 1). En las muestras 20 hasta 16, el porcentaje de bosque aumenta, y la curva de *Quercus* sube gradualmente. En la muestra 15 la curva de *Alnus* baja súbitamente, y el *Quercus* llega a un máximo. Esta situación perdura hasta la muestra 13.

Hay un nuevo cambio repentino en la muestra 12, donde el porcentaje de gramíneas sube, principalmente a costa del *Quercus*. Desde la muestra 8 principian las gramíneas a bajar lentamente, pero no se presentan más cambios importantes en la composición del bosque en las muestras superiores del diagrama.

Cuatro muestras de esta sección fueron analizadas por el Dr. J. C. Vogel, del laboratorio de Carbono 14 de Groningen, con subsidio de la Fundación Z. W. O. de Holanda para Investigaciones Científicas Puras. Los resultados fueron los siguientes:

Número de laboratorio	Profundidad	Edad (en años antes del presente)
GRN 2422	Laguna de los Bobos 62-78 cms.	820 ± 60
GRN 2430	Laguna de los Bobos 82-98 cms.	1175 ± 60
GRN 2426	Laguna de los Bobos 102-118 cms.	1990 ± 60
GRN 2429	Laguna de los Bobos 122-138 cms.	3095 ± 90

El primer resultado de estos datos es que la edad del cambio de vegetación que se realizó precisamente entre las muestras 13 y 12, debe estar aproximadamente entre 3095 y 1990 años, es decir, alrededor de 600 a. d. Cr. En Europa (y en otras partes del mundo) corresponde esta edad al cambio climático en el límite del período Subboreal y el período Subatlántico del Holoceno (± 700 a. d. Cr.). Es muy interesante notar que este mismo cambio se encontró en varios diagramas de polen del Páramo de Palacio, en Cundinamarca, y que en este sitio también se pudo determinar la misma edad aproximada, por medio de análisis de Carbono 14 (van der Hammen & González, 1961 b).

Tenemos entonces una nueva prueba convincente de que cambios climáticos pueden ser contemporáneos en el mundo entero, y de que correlaciones intercontinentales se pueden realizar por medio del análisis de polen.

La rata promedia de sedimentación en la laguna para la parte superior de la sección, que se puede ahora calcular por medio de las fechas de C14, fue de 1 centímetro en 24 años. Si suponemos que esta rata fue igual en la parte inferior, la edad del cambio de vegetación registrado en las muestras inferiores, sería de 5000 años aproximadamente, es decir, unos 3000 años a. d. Cr. Esta fecha corresponde en Europa al cambio climático que se realizó entre el período Atlántico y el período Subboreal del Holoceno.

Una comparación de nuestro diagrama con los ya mencionados del Páramo de Palacio, lleva exactamente a la misma conclusión. Aunque estos diagramas son de una región donde no existen bosques de roble, las similitudes son sorprendentes. En un nivel que debe tener la misma edad (± 3000 a. d. Cr.), se presenta igualmente un máximo relativo de gramíneas. Además, aparece también la fuerte caída de *Alnus* (que en nuestro diagrama se halla a 150 cms. de profundidad), a una profundidad de 120 cms. en la Laguna de la América (Páramo de Palacio), acompañado igualmente de un máximo relativo de *Quercus* (aunque naturalmente el máximo absoluto allá es mucho menor).

Es interesante notar aquí, que van Zinderen Bakker (1962) encontró también una fase de más bajo límite altitudinal del bosque en la transición del período Atlántico al período Subatlántico, en un diagrama de polen de Kenya, en el Africa ecuatorial.

Tenemos entonces nuevamente una prueba de la existencia de cambios de clima mundiales, y de la posibilidad de correlación intercontinental, tan importante para la geología del Cuaternario y para la arqueología.

Podemos ahora resumir la interpretación general de nuestro diagrama como sigue:

Profundidad en centímetros	Cambios principales de la vegetación	Períodos correspondientes en Europa	
0 —			Presente
60 —	Subida gradual del límite altitudinal del bosque	Subatlántico	
120 —	Fuerte baja del límite altitudinal del bosque		± 700 a. d. Cr.
150 —	Fuerte baja de la curva de Alnus y subida de la de Quercus		
200 —			
220 —	Fuerte subida del límite altitudinal del bosque	Subboreal	± 3000 a. d. Cr.

Los movimientos del límite altitudinal del bosque se deben en parte a cambios de la temperatura media anual y en parte a cambios de humedad, pero parece que en nuestro caso la temperatura fue más importante.

Un hecho muy interesante es, que en las muestras 12 hasta 7 se encontraron granos de polen de maíz (primera curva a la derecha del diagrama general). En las muestras donde la curva es más alta (números 10 hasta 7) se encontraron también abundantes fragmentos de carbón vegetal. Todo esto indica la presencia del hombre y el cultivo del maíz.

Los granos de polen de maíz, igualmente como los granos del roble (Quercus), del aliso (Alnus) y otros, deben venir de mucho más abajo, subidos por las corrientes ascendentes de aire. Por otra parte, el carbón vegetal no puede venir de lejos, y la abundancia de los fragmentos y la configuración del sitio, nos obligan a aceptar que su origen estaba en los alrededores inmediatos de la laguna. Aunque nada podemos probar al respecto, es conveniente recordar el culto ejecutado por indígenas cerca a lagunas de forma y situación notable.

Las fechas del análisis de Carbono 14 nos pueden ahora informar sobre la edad y la duración de esta fase de agricultura. El principio debe ser más antiguo que 30 (± 60) a. d. Cr., pero de todas maneras más tarde que 1195 (± 90) a. d. Cr. Tomando en cuenta la rata de sedimentación entre estos dos niveles, podría ser 300-600 a. d. Cr. La parte más alta de la curva del maíz, corresponde a la fecha 785 (± 60) de nuestra era, y el final debe ser algo más tarde que el año 1140 (± 60). Tomando en cuenta la rata de sedimentación de la parte superior de la sección, este final debía de estar entre 1200 y 1250 aproximadamente. La antigua cultura de maíz en esta región se puede entonces fechar aproximadamente entre el año 300-600 a. d. Cr. y 1200 de nuestra era. En las muestras 6 hasta 2 no se ha encontrado grano alguno de maíz, que sólo vuelve a aparecer en la muestra 1, de edad muy reciente.

Sobre la edad de la cultura de maíz en Colombia, tenemos otro dato de sumo interés, aunque indirecto. Se trata de una fecha de Carbono 14 de una muestra de madera encontrado hace años por Pérez de Barradas en una tumba cerca de San Agustín, y que se encontraba en el Museo del Parque Arqueológico. Esta fecha debe representar una fase relativamente antigua de la cultura de San Agustín, y sin duda se conocía entonces la cultura de maíz. La muestra fue analizada también en el laboratorio de C 14 de Groningen, con subsidio de la Fundación Z. W. O. de Holanda para Investigaciones Científicas Puras, y dio el siguiente resultado:

Número de laboratorio	Edad (en años antes del presente)
GRN 3016	2505 ± 50

Esta fecha, 545 (± 50) a. d. Cr., para una fase antigua de la cultura de San Agustín, nos demuestra unos hechos muy interesantes. En primer lugar concuerda muy bien con la fecha aproximada para el principio de la cultura de maíz en el límite de Boyacá y Santander, y en segundo lugar es muy interesante que en ambos casos estamos muy cerca al cambio climático del límite "Subboreal-Subatlántico".

Después de lo anterior, es casi inevitable la pregunta, si existía eventualmente alguna relación entre estas culturas. Es sabido que se encuentran en Boyacá vestigios de una cultura más antigua que la conocida Chibcha. Parece bien posible que fue el pueblo poseedor de esta cultura que cultivó el maíz del cual se encontraron los granos de polen en los sedimentos de la Laguna de los Bobos.

Parece que en muchas partes del mundo hubo una fase de sequía alrededor de 700 a. d. Cr., mientras que después el clima fue algo más frío y más húmedo. El aparecer de pueblos cultivadores de maíz, o una importante extensión de la agricultura, en diferentes partes de Colombia y en otras partes del hemisferio occidental, poco después de este cambio climático sucedido en el límite "Subboreal" "Subatlántico", debía ser también considerado para la resolución del problema de los orígenes de estas culturas. Quizás nos podría dar una buena clave para un mejor entendimiento de la difusión tanto de la agricultura como de ciertas culturas y del desplazamiento de poblaciones.

BIBLIOGRAFIA

HAMMEN, T. van der
1961. The Quaternary climatic changes of northern South America. Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 95 (1), pp. 676-683.

HAMMEN, T. van der & E. González
1960 a. Upper Pleistocene and Holocene climate and vegetation of the Sabana de Bogotá. Leidse Geologische Mededelingen, vol. 25, pp. 261-315.

HAMMEN, T. van der & E. González
1960 b. Holocene and Late-glacial climate and vegetation of Páramo de Palacio. Geologie en Mijnbouw, vol. 39 (12) pp. 737-746.

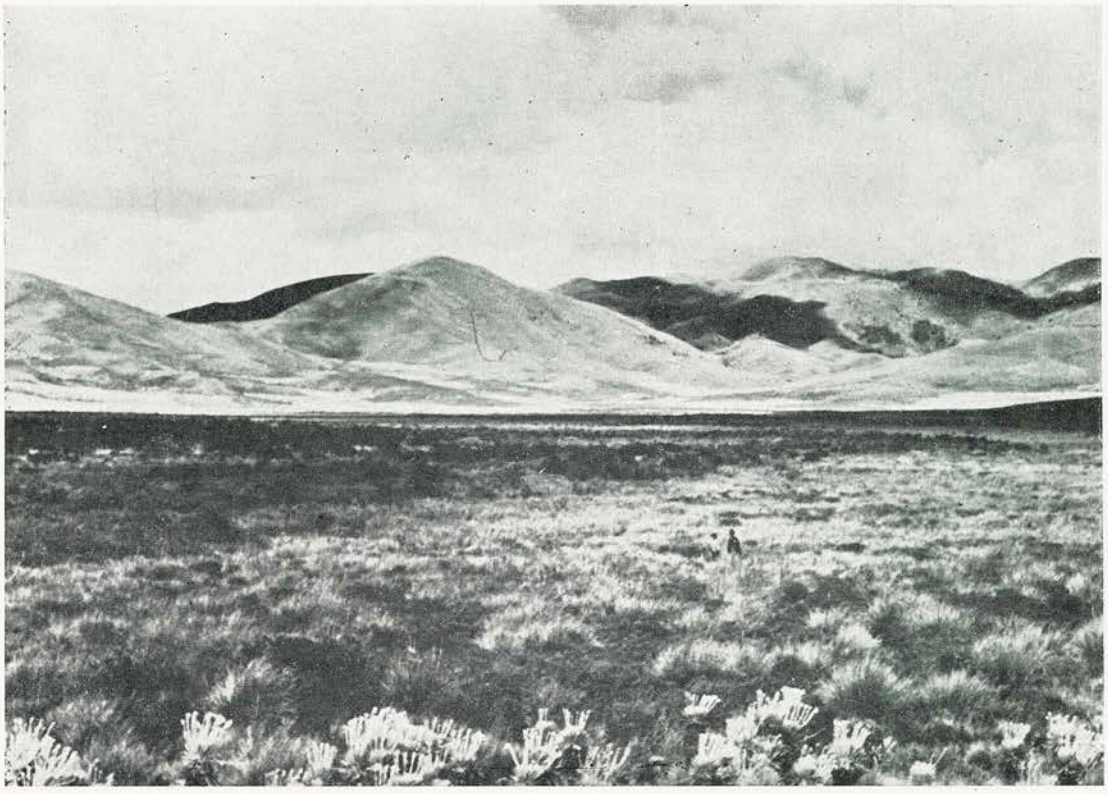


Fig. 1 — "CIENAGA DEL VISITADOR" (Páramo de Guantiva), un gran pantano rodeado por cerros desprovistos de bosques. Altura aproximada 3.300 metros.

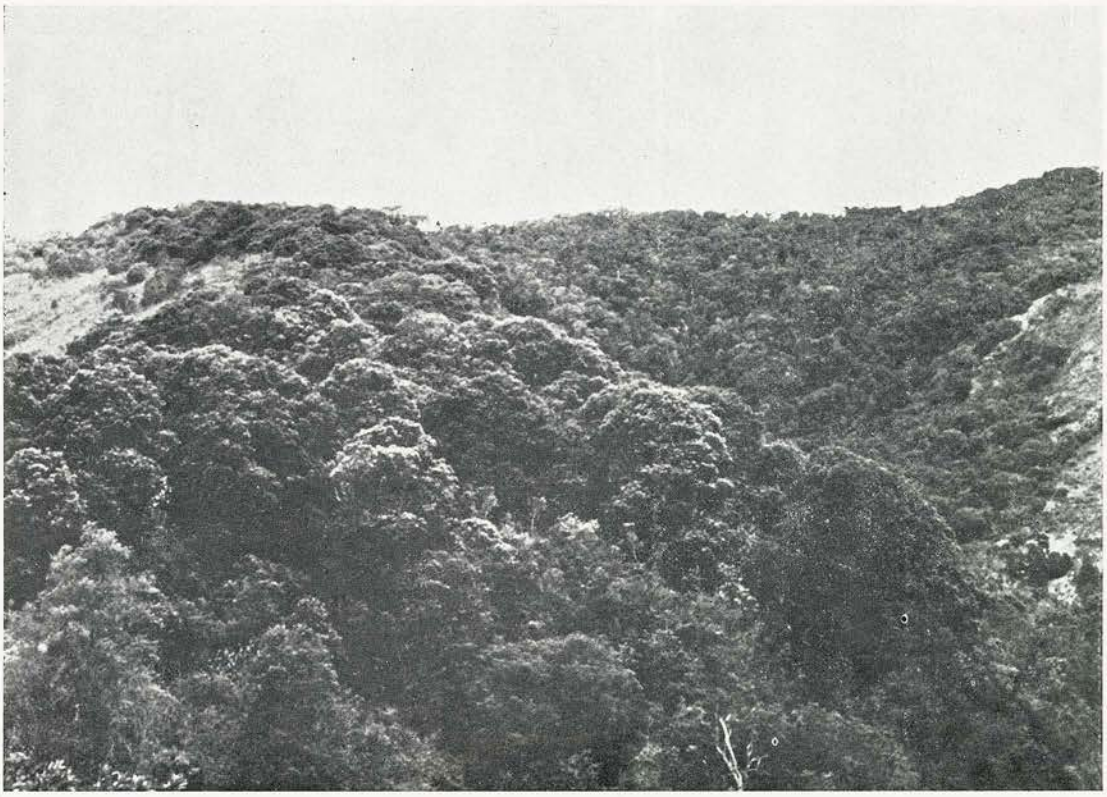


Fig. 2 — Bosque de roble (Quercetum) en el Alto de Onzaga, a una altura aproximada de 3.300 metros.

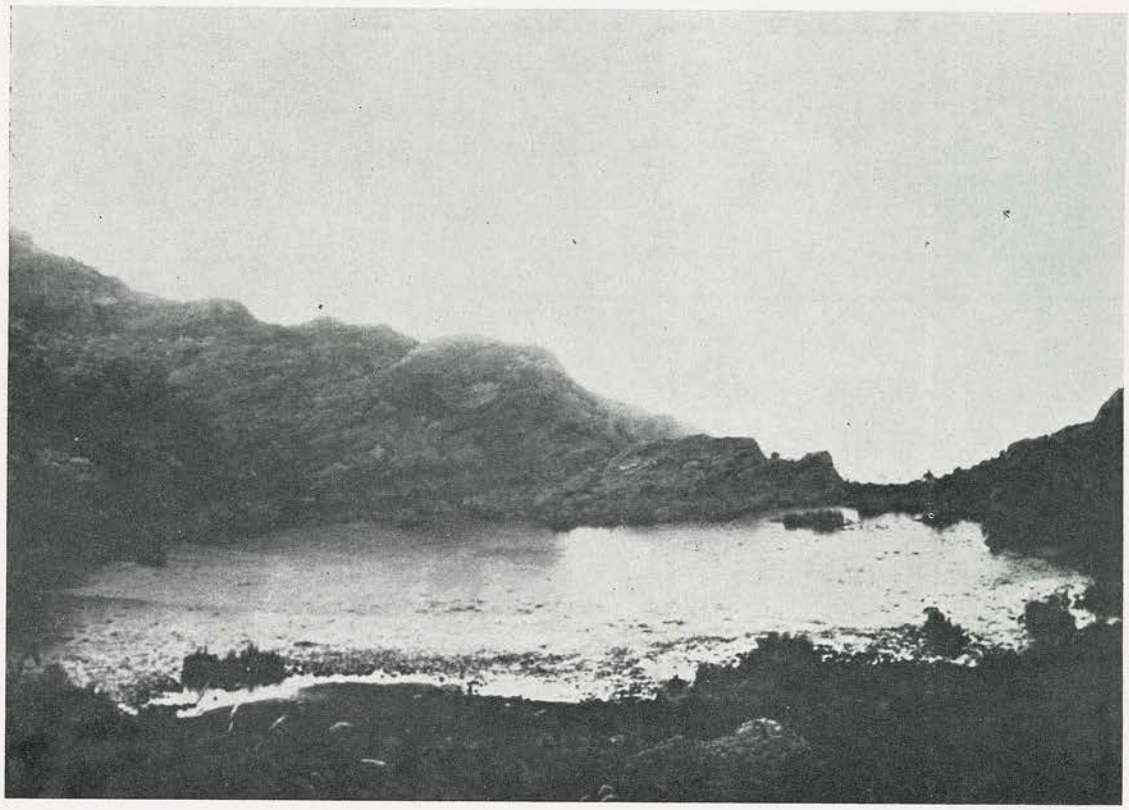


Fig. 3 — "LAGUNA DE LOS BOBOS"

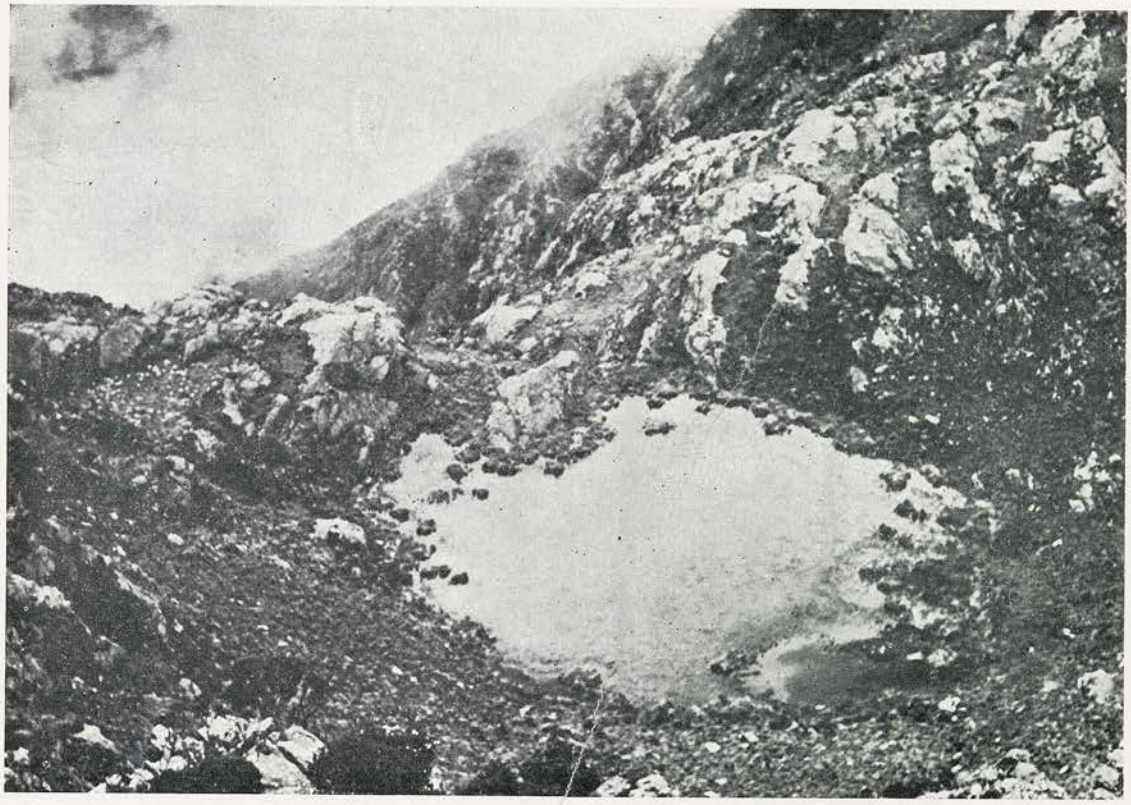


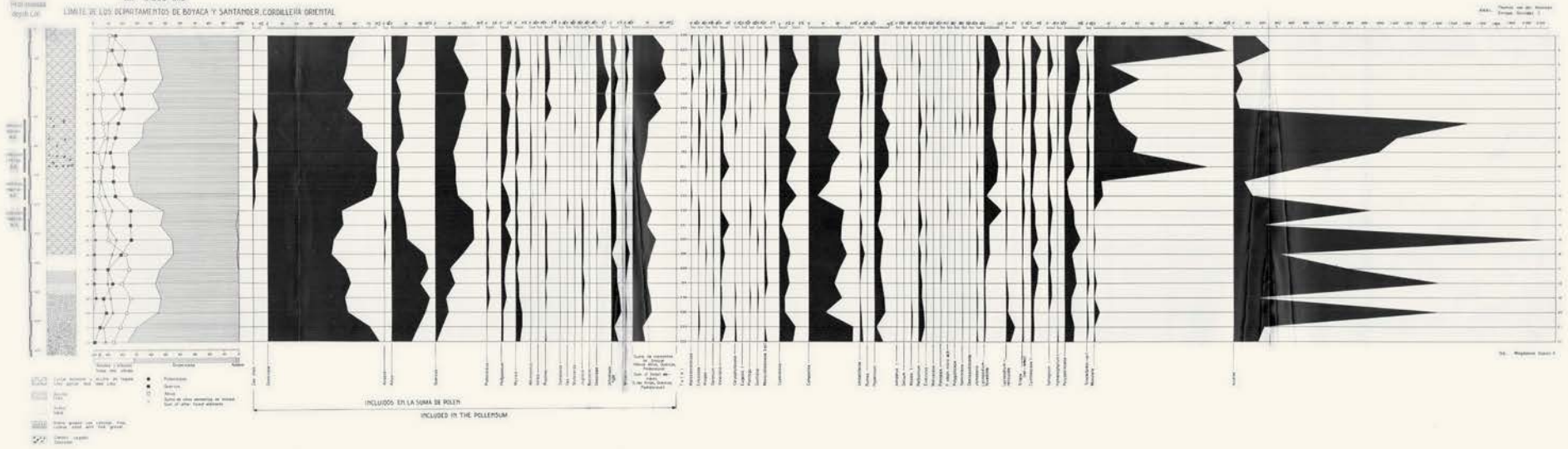
Fig. 4 — Laguna de los Bobos, vista desde el Alto de la Laguna

COLOMBIA

FIG 5 LAGUNA DE LOS BOBOS

Alt 3.800 mts.

LIMITE DE LOS DEPARTAMENTOS DE BOYACA Y SANTANDER. CORDILLERA ORIENTAL



Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):353-362, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.577

Contribución al estudio y conocimiento de las aves rapaces de Colombia

Federico Carlos Lehmann Valencia

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1940, 3 (12): 455-461.



Federico Carlos Lehmann Valencia (1914-1974)

Federico Carlos Lehmann Valencia nació en Popayán, el 23 de marzo de 1914. Fue educado por su abuela quien le inculcó el espíritu naturalista y el amor por la geografía. Realizó sus estudios superiores en la Universidad del Cauca y los complementó en la Universidad Nacional, donde estuvo encargado de las colecciones animales, principalmente las de ornitología. Fue miembro del Consejo Internacional para la conservación de las aves y promovió desde allí la legislación para su conservación. Igualmente fue asesor del Ministerio de Agricultura en el Valle del Cauca, posición desde la cual lideró el control de la caza indiscriminada y creó varias áreas protegidas en el Suroccidente colombiano. Fundó los museos de Historia Natural de la Universidad del Cauca, del Departamental del Valle del Cauca (que recibió su nombre) y del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional. Obtuvo muchos reconocimientos en Colombia, Estados Unidos, Inglaterra, Japón, Francia y Bélgica por sus esfuerzos dirigidos al conocimiento y la protección de las aves.

Este artículo, escrito al final de los años 30, presenta la clasificación taxonómica de las aves pertenecientes al "orden Raptores" y señala las características de las principales especies conocidas hasta ese momento. El trabajo incluye una descripción de los caracteres morfológicos externos e internos que distinguen a este grupo, compara estas características con aves relativamente cercanas y separa los grupos conocidos hasta la época como sigue: Cathartiformes (buitres, rapaces carroñeros), Falconiformes (rapaces predadores) y Strigiformes (búhos y lechuzas). Presenta, igualmente, una amplia descripción de su distribución geográfica proporciona detalles de sus hábitos de vida, describe la ecología y la historia natural, resultantes la mayoría de ellas, de sus observaciones como naturalista. Presenta opiniones que confirman la utilidad de estas especies para confrontar la idea existente, en ese momento, estas aves eran animales peligrosos y perjudiciales para el ser humano.

Si bien está titulado como "Las aves rapaces", el artículo publicado en el volumen 3 número 12, se concentra en los Cathartiformes. Además de las características generales, se presentan las principales especies con su nombre científico, los nombres comunes, las características taxonómicas con inclusión, en varios casos, de diferencias entre machos y hembras. Además, se presentan anotaciones sobre nidos y huevos, distribución geográfica y comportamiento de las especies más representativas incluyendo especies emblemáticas como el cóndor, el rey de los gallinazos, así como aquellas que son tan comunes como las gualas y los gallinazos. El libro incluye láminas correspondientes a dibujos de muy alta calidad que han servido de referencia para la mayoría de los trabajos de identificación y de listados de aves existentes en muchas regiones del país. Por la importancia del ornitólogo Carlos Lehmann y su obra sobre las aves y la importancia de su conservación en Colombia, la cual se ve reflejada en libros, artículos científicos y videos de divulgación, por lo que este artículo es considerado como uno de los clásicos publicados en la revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Jaime Ricardo Cantera Kintz, Ph. D.
Miembro de Número

CONTRIBUCION AL ESTUDIO Y CONOCIMIENTO DE LAS AVES RAPACES DE COLOMBIA

F. CARLOS LEHMANN V.
Jefe del Departamento de Zoología del Instituto Botánico de la Universidad Nacional

INTRODUCCION

Si quisiéramos, como para los mamíferos, separar de otras aves aquellas que se alimentan de presas, no encontraríamos un solo Orden que no entrara en esta Clase.

La existencia de Familias y Ordenes cuyos miembros tienen una alimentación exclusivamente vegetal, es uno de los caracteres distintivos de los mamíferos; nada parecido se encuentra en las otras clases de vertebrados. Casi todas las aves son predatoras, y aún aquellas que parecen más inofensivas, como las aves cantoras, se nutren casi exclusivamente de animales y comen frutas y raíces accesoriamente.

Generalmente admitimos un solo Orden de aves carnívoras y bajo esta denominación no están comprendidas las aves de mar y de río, que, sin embargo, se nutren casi exclusivamente de vertebrados.

En ciertas grandes divisiones de la Clase "Aves", divisiones que se consideran como Ordenes, el régimen animal consistente en presas vivas, se muestra con caracteres muy marcados. Todas las aves se nutren de otros animales y por excepción solamente de vegetales. Persiguen sus presas con encarnizamiento, en el aire o en el suelo, tanto en medio del follaje de los árboles, como en el seno del agua; las matan después de cogerlas, o se contentan con cadáveres que encuentran. Algunas comen frutas, lo mismo que ciertos mamíferos carniceros, y ésta es una razón más para comparar a los carnívoros con las predatoras.

ORDEN RAPTORES (RAPACES) — GENERALIDADES

Por razón de sus costumbres rapaces, más que por sus caracteres físicos, estas aves han sido agrupadas en un Orden. Cada miembro de este Orden está provisto de un pico fuertemente ganchudo, con un área blanda en su base, llamada **cera.** Las únicas aves diferentes que poseen picos similares, son los papagayos, pero estos últimos tienen sus dedos dispuestos de una manera diferente, pues tienen dos dedos dirigidos hacia adelante y dos hacia atrás, mientras que las aves rapaces tienen siempre tres dedos dirigidos adelante, como las águilas, o el dedo exterior pueden dirigirlo a voluntad al frente o atrás, como los buhos.

Dentro de este Grupo se han reconocido tres Ordenes: el primero es el de los Buitres americanos **Cathartiformes,** reconocido por muchos como un Orden aparte y que se alimentan de carroña; separados, además, de los otros, porque sus pies no son propios para despedazar presas vivas, pues se alimentan de animales muertos o moribundos y porque tienen la cabeza y parte del cuello sin plumas. Este Orden incluye sólo una Familia. Tanto los individuos del segundo como del tercer Orden tienen la cabeza completamente emplumada. En el Orden de las rapaces diurnas **Falconiformes,** los ojos están a los lados de la cabeza, (aunque no en todas las especies), de tal manera que los dos ojos no miran siempre en la misma dirección. El tercer Orden es el de las rapaces nocturnas **Strigiformes,** aves que tienen los ojos dirigidos hacia adelante, de modo que ambos miran en la misma dirección y están rodeados por discos de plumas radiales. Las Estrígidas están divididas en dos Familias: las lechuzas y los buhos. Las Falcónidas incluyen tres Familias: las águilas, gavilanes y milanos; los halcones, caracarás y garrapateros; y las águilas pescadoras o marinas **Pandionidæ.**

Caracteres—El tamaño de las rapaces varía; las hay que alcanzan casi la talla de las más grandes corredoras o de algunas aves acuáticas; otras no son más grandes que una alondra. Entre estos dos extremos se encuentran todos los intermedios posibles. A pesar de estas diferencias notables el tipo de la rapaz se conoce siempre.

No es muy difícil dar los caracteres generales de las rapaces. Su cuerpo se parece bastante al de los loros: es rechoncho; el pecho ancho, los miembros fuertes, aunque con frecuencia de una longitud casi desproporcionada; la cabeza es grande, redondeada, rara vez alargada; el cuello grueso, con frecuencia corto, algunas veces alargado; el tronco es corto y robusto; lo mismo que los miembros superiores e inferiores. Por consiguiente, se puede reconocer una rapaz aunque haya sido despojada de sus armas ofensivas y de su plumaje; pero estas armas, es decir, el pico y las garras, son las que caracterizan verdaderamente a las rapaces.

Como antes dije, el pico de estas aves se parece al de los papagayos, pero no es globuloso, como el de los loros; es comprimido lateralmente, más alto que ancho; la mandíbula superior es inmóvil y recubre completamente a la inferior; los bordes son más cortantes, su gancho más agudo, y con frecuencia la mandíbula superior está armada de un diente agudo (como en los halcones).

Las patas se parecen a las del loro. Son cortas y fuertes; los dedos son muy largos con relación a los tarsos; el dedo exterior puede, hasta cierto punto, ser dirigido hacia atrás; pero lo que distingue los pies de estas aves son las uñas, que forman una garra. Las uñas son fuertemente encorvadas, raramente aplanadas y embotadas; su lado superior es convexo y el inferior ligeramente cóncavo, limitado por dos bordes casi cortantes.

Las plumas son ora fuertes y rígidas, ora pequeñas, suaves, aún sedosas o lanosas. Ciertas partes de la cabeza son algunas veces desnudas, principalmente alrededor del ojo y en la región comprendida entre este órgano y el pico; en algunas especies el ojo está rodeado de un círculo de plumas radiantes, conocido con el nombre de disco. Las plumas de las alas y de la cola son muy grandes; su número es constante. Se cuentan diez en la mano, doce, y generalmente trece a dieciséis, en los brazos, y doce plumas caudales dispuestas por pares. Como en los loros de organización más elevada, las rapaces más perfectas tienen las plumas pequeñas. En muchas especies, y esto es característico para las rapaces, los tarsos y aún los dedos están cubiertos, y las plumas de la pierna son con frecuencia bastante largas.

El plumaje es generalmente de color apagado, sin ser por esto desagradable a la vista. Hasta algunas especies son notables por la belleza de sus tintes. Las partes de la cabeza desprovistas de plumas, los apéndices del pico de ciertas especies, la región óculo-nasal, el pico, las patas, los ojos, son frecuentemente de coloración muy viva.

En cuanto a los órganos interiores, el esqueleto es muy vigoroso: el esternón, como en todas las aves de vuelo sostenido, recubre casi toda la parte anterior del cuerpo; la quilla es muy desarrollada; los huesos de los miembros superiores son notables por su longitud; los de los inferiores por su solidez. Casi todos los huesos son huecos, es decir, desprovistos de tuétano, y están en comunicación con los órganos respiratorios. Los pulmones son voluminosos y los sacos aéreos muy desarrollados. El esófago es muy dilatable, presentando frecuentemente repliegues en el interior, y ofrece generalmente una especie de bolsa o buche. El estómago es grande, membranoso; el intestino varía en sus dimensiones. La lengua es ancha, redondeada en la parte anterior y denticulada en los bordes de la parte posterior.

Entre los órganos de los sentidos, el ojo merece especial atención. Es grande, sobre todo en las rapaces nocturnas, y presenta movimientos interiores muy completos, determinados por la presencia del peine, de lo cual resulta una acomodación de la vista, igualmente buena para distancias muy diferentes; lo mismo sucede con respecto a la intensidad de la luz por la facilidad de dilatar o contraer la pupila.

Los órganos del oído son bien desarrollados en las rapaces, de modo especial en los buhos.

Por el contrario, los órganos olfativos son en cierto modo rudimentarios, a pesar de que para los buitres, al menos, se ha sostenido lo contrario.

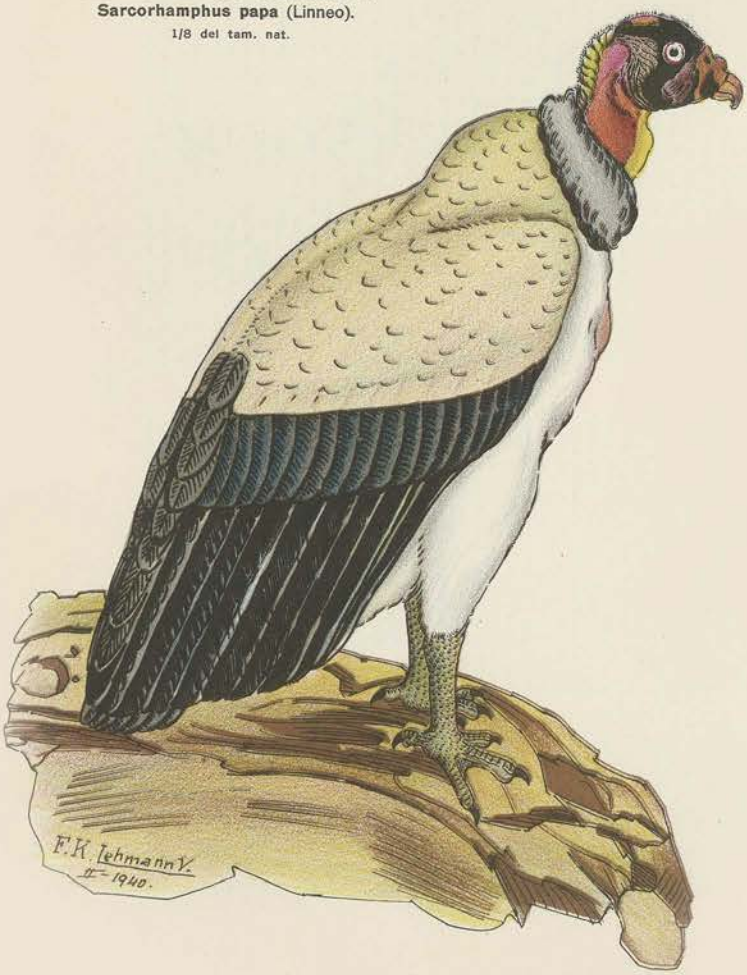
El tacto es más perfecto en estas aves que el gusto y el olfato. Por lo general las hembras son de mayor tamaño que los machos y algunas veces de coloración algo diferente.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Las rapaces habitan toda la tierra; se las encuentra en todas las latitudes, como en todas las alturas; de esto se hablará al estudiar cada especie en particular.

Costumbres y régimen—Las facultades intelectuales de las rapaces son muy desarrolladas. Si algunas se muestran estúpidas, las demás dan pruebas de inteligencia. La mayor

EL REY DE LOS GALLINAZOS.
Sarcorhamphus papa (Linneo).
1/8 del tam. nat.





GUALA DE CABEZA AMARILLA.
Cathartes urubitinga Pelz.
1/7 del tam. nat.

parte de las cualidades que se les atribuye las tienen en realidad: la conciencia de su fuerza, hasta una cierta grandeza; pero son crueles, feroces y atrevidas. No obran sino después de haber reflexionado, conciben planes y los ejecutan. Son adictas a sus compañeras; atacan con atrevimiento a sus enemigos. Los halcones de modo especial nos muestran hasta qué punto son capaces de desarrollar su inteligencia.

Las rapaces carecen de una cualidad propia de las aves; pues por lo general no tienen una voz agradable. Algunas no tienen más que dos o tres notas diferentes, y aún son éstas muy discordantes. El águila arpía, por ejemplo, produce un graznido y un chillido desagradables. Esto no quiere decir que no existan algunas rapaces cuya voz sea agradable al oído.

Las rapaces en su mayor parte son aves arborícolas, habitantes de los bosques, pero no evitan ni las montañas peladas, ni el desierto. Se las encuentra en las islas más pequeñas del océano, así como en las cimas de las montañas más elevadas. Se las ve planear sobre las llanuras arenosas y calcinadas por el sol del desierto; también habitan las espesuras impenetrables de las selvas vírgenes, o los edificios abandonados de las ciudades. Cada especie tiene un área de dispersión muy extensa, pero que no está en relación con sus facultades de locomoción. Algunas habitan una localidad muy restringida, otras no conocen ningún límite y recorren toda la tierra.

Muchas rapaces son migratorias y durante el invierno de las regiones boreales van al sur, siguiendo a los pajaritos, los patos, etc. En la época de emigraciones, las rapaces, como muchas otras aves, se reúnen en bandadas que son algunas veces bastante numerosas; el resto del tiempo viven aisladas o por parejas.

En Colombia, las rapaces, como la mayoría de las aves, no tienen época fija para anidar, pues esta época varía para cada región de acuerdo con la estación lluviosa, correspondiendo la postura casi siempre con el fin de las lluvias, de modo que los pequeños nacen al comienzo de la estación seca.

Su habitación o nido es variable. Generalmente se halla situado en un árbol, sobre el saliente o el hueco de una roca, o en la grieta de un muro; raramente en tierra. Todos los nidos colocados en los árboles o en las rocas son de construcción sólida; son anchos y bajos, al menos que hayan servido durante varios años, en cuyo caso, cada año, las aves los reparan, aumentando así su volumen. El interior es poco profundo. El macho y la hembra trabajan en su construcción. Las pocas rapaces que anidan en agujeros, se contentan con depositar sus huevos en el fondo de la horqueta de un tronco, en el suelo o sobre una piedra desnuda.

El apareamiento va precedido de diversos juegos. El macho vuela soberbiamente; algunos dejan oír sonidos particulares, muy tiernos, una especie de canto. Los celos ejercen también su imperio; cualquier intruso es atacado y puesto en fuga; el esposo no tolera ni siquiera un ave de otra especie en su vecindad. Estos combates tienen cierta majestad. Son revueltas súbitas, ataques rápidos, defensas brillantes, persecuciones mutuas, valientes resistencias. Los combatientes se cogen, se agarran, e incapaces para utilizar las alas, caen como en un torbellino. En tierra el combate cesa, para comenzar de nuevo a los pocos instantes en medio del aire. Después de una lucha prolongada, el vencido se retira perseguido por el vencedor, hasta más allá de sus dominios.

Por muy encarnizadas que sean estas luchas, es raro sin embargo, que terminen por la muerte de uno de los combatientes. La hembra sigue estos combates con interés, sin tomar parte sin embargo en ellos, y después de la fuga de uno de los rivales se abandona al vencedor.

Los huevos son redondeados; su cáscara es generalmente áspera; son enteramente blancos, grisáceos, amarillentos, o sembrados de puntos oscuros. Su número varía de uno a siete. Por lo general la hembra incuba sola; pero en algunas especies el macho la releva de tiempo en tiempo. La duración de la incubación es de tres a seis semanas. En los primeros días los polluelos son seres redonditos, de cabeza grande, con ojos muy abiertos, cubiertos de un plumón grisblancuzco. Crecen rápidamente, y las plumas del dorso no tardan en aparecer. Los padres demuestran el más vivo cariño por su progenie y no la abandonan jamás: se exponen por ella al peligro y a la muerte, si no se sienten bastante fuertes para defenderla. En tales circunstancias, pocas rapaces dan prueba de pereza; al contrario, la mayor parte despliega un atrevimiento y una temeridad notables. Muchos también transportan a sus pequeños a lugares más seguros. Los padres no son menos activos cuando se trata de nutrir a sus pequeñuelos. Les llevan más comida de la que son capaces de devorar. Al principio les dan los alimentos medio digeridos; más tarde presas que han despedazado. Aún después de haber volado, los jóvenes permanecen largo tiempo con sus padres, que les enseñan a volar, cazar, nutrirse y que continúan velando por su seguridad.

Vertebrados de todas clases, insectos de toda especie, huevos, gusanos, moluscos, excrementos humanos, raramente frutas, entran en el régimen de las rapaces. Se apoderan de animales vivos, roban sus presas a otros carnívoros, o se contentan con recoger los desperdicios que encuentran.

Cogen sus presas con las garras y las despedazan con el pico. Su digestión es muy rápida. En las especies que tienen buche, los alimentos permanecen algún tiempo en este órgano, donde son sometidos a la acción de la saliva; el resto es digerido por el jugo gástrico. Los huesos, tendones y ligamentos son reducidos a papilla. Las plumas y los pelos forman bolas que las aves regurgitan de tiempo en tiempo. Sus excrementos son una papilla bastante líquida y notablemente calcárea. Todas las rapaces pueden comer mucho a la vez y soportar abstinencia prolongada.

Además, las rapaces son buenas cazadoras; les damos el rango más elevado; las tenemos por nobles; sin embargo, hay excepciones en esta regla.

Exceptuando al hombre, tienen las rapaces pocos enemigos. Su fuerza y su agilidad son su salvación; pero son atormentadas por parásitos que se instalan sobre ellas en colonias numerosas. En suma, llevan una vida libre y feliz mientras el hombre no les declara la guerra.

Utilidad.—Según que las rapaces ataquen a seres que nos son nocivos o útiles, las debemos considerar como aliadas o enemigas. Exceptuando muy pocas especies, que deben perseguirse por la destrucción de otros animales que son útiles, las rapaces, en general, nos prestan grandes servicios.

Las rapaces fueron empleadas para la cetrería en Europa durante la Edad Media, y cuando este deporte llegó a su apogeo en Inglaterra, las diferentes especies eran usadas según el rango de las personas; así el gerifalte era usado por la realeza, el neblí por un conde o un marqués, el azor por un hacendado, el gavilán por un sacerdote y el cernícalo por un criado. De esta manera eran de una utilidad inmediata, pero este deporte fue abandonado posteriormente por su crueldad; pero sin embargo ha sido practicado continuamente por los pueblos nómades del Asia Central rusa y en Africa. En la actualidad está volviendo a practicarse y en los Estados Unidos están amaestrando desde las más pequeñas especies de halcones, hasta el águila real y los buhos.

A los ojos de muchas personas, las rapaces que se conservan en jaulas no son de ninguna utilidad. Pero no podemos dejar de reconocer los servicios que nos prestan diariamente, destruyendo tanto como pueden la funesta raza de los roedores y de los insectos. No es únicamente el Serpentario **Secretarius secretarius** que rompe la cabeza de la cobra, pues la gran mayoría de las rapaces son poderosas destructoras de reptiles, sin temor a los más venenosos. Los gallinazos se encargan de limpiar las calles de las poblaciones cuyos servicios higiénicos son deficientes. En los campos y en los bosques viven rapaces que merecen toda nuestra estimación. Nuestro deber sería protegerlas.

Aparte de estos servicios, la utilidad que aún pudieran tener para nosotros ciertas rapaces es mínima. La carne de la mayor parte no es comible, las plumas del águila solamente son estimadas en América por los indios, y en cautividad una rapaz no puede rendir más que servicios insignificantes. Tienen necesidad, para nuestro interés, de gozar de toda libertad.

Apuntaré algo de lo que dice Wetmore en "The Book of Birds", acerca de la persecución de las rapaces por el hombre, para dar una idea de lo mal que se hace al destruírlas:

"La mano del hombre civilizado ha sido levantada universalmente contra la familia de las águilas y aves de este grupo: son abaleadas o de cualquiera manera destruídas en toda oportunidad.

"Es raro, por tanto, para águilas que llegan a tiro de escopeta de un cazador que no reciban una carga de munición, y en ciertas localidades las matan colocando trampas en los extremos de los postes que estas aves utilizan como perchas.

"La creencia en el espíritu de destrucción de las águilas es casi universal. Para muchos no hay distinción entre rapaces que habitualmente atacan pájaros y pueden destruír cierta cantidad de caza, y las especies perezosas de pesado vuelo, que se alimentan constantemente de ratones de campo y otros roedores y que por tanto son beneficiales para el hombre.

"Las comisiones de caza de muchos Estados han ofrecido subvenciones por las cabezas de las rapaces, y han gastado cientos de miles de dólares en la destrucción de indecibles millares de ellas. El resultado es que en la mitad oriental de los Estados Unidos, éstas han disminuído a menos de una décima parte de su primitiva abundancia.

"Desde que la disminución afectó las clases útiles, mucho más duro que aquellas clasificadas como nocivas, ha habido un aumento de roedores destructores, que antes estaban controlados por las rapaces, con el resultado que estos animales han hecho mucho daño a los intereses de la agricultura.

"Los cazadores han justificado la matanza sin distinción de rapaces, en el supuesto de que estaban conservando la

caza. En nuestros días, con los **Nature Lovers** (Amantes de la Naturaleza) que no cazan y que igualan a los cazadores en número, puede darse alguna consideración a los derechos de aquéllos, que gozan viendo las águilas vivas y estudiando sus interesantes costumbres, además del valor que la mayor parte de estas aves tienen por sus hábitos alimenticios beneficiales.

"La acción debe ser dirigida contra las especies nocivas antes que contra el grupo entero, puesto que la matanza de la mayor parte de las rapaces, es un plan de acción tan disparatado, como sería la total destrucción de cualquier otro elemento que contribuya a nuestra prosperidad".

Entre las rapaces que pueden considerarse como nocivas en Colombia, la especie más notable es quizá el águila blanquinegra o real, **Geranoaëtus melanoleucus meridensis,** que habita en las rocas, de preferencia en los climas fríos de las cordilleras. El halcón peregrino o patero **Falco peregrinus anatum,** que ataca de preferencia a los patos, es únicamente accidental en nuestro país; y el halcón palomero **Falco c. columbarius,** que se alimenta casi exclusivamente de pajaritos, también es accidental o pasajero. De otras especies que pueden causar algunos daños se tratará al estudiarlas en particular.

* * *

LOS BUITRES AMERICANOS O CATHARTIFORMES

Se da el nombre de Catártidas a las aves que en el Nuevo Continente reemplazan a los buitres, siendo varias de sus especies llamadas buitres en algunas regiones.

Aunque en apariencia exterior son semejantes a los buitres del Viejo Mundo y en un tiempo se los consideró como tales, al examinarlos con más atención vemos que poseen muchos caracteres que los diferencian de aquéllos, de tal manera que no hay lugar a confusión. "Dejándose guiar por este parecido han venido incluyendo los naturalistas a los cóndores y a las gualas entre las aves rapaces, sin más fundamento que el que pudiera haber para clasificar, en los mamíferos, los tapires al lado de los cerdos, o los gerbos con los canguros. Las últimas investigaciones sobre la anatomía de estas aves demuestran que están más cerca de las gresoras o de las tubinares que de los halcones, águilas y aún de los verdaderos buitres, a los que se parecen en sus costumbres; por lo cual han venido a dar la razón al célebre Azara, quien en 1802, en sus "Apuntamientos para la Historia Natural de los Páxaros del Paraguay y Río de la Plata", formó con estas aves un grupo distinto de las de rapiña, describiendo minuciosamente algunos de los caracteres que los diferencian de éstas".

El carácter que distingue principalmente estos buitres de los del Antiguo Continente, es el tener los orificios nasales sin tabique divisorio; de esto resulta que se ve a través de la nariz hasta el otro lado en todas las especies. Otra característica notable que diferencia a las Catártidas de los verdaderos buitres es la de tener las patas mucho más débiles, con el dedo posterior muy corto y situado un poco alto, además de las garras y las uñas, que no son suficientemente fuertes, curvas y afiladas, por lo cual estas aves no pueden capturar sus presas vivas y menos despedazarlas con las garras. De tal suerte que para llevar el alimento a su polluelo, un cóndor por ejemplo, lo hace en el buche vaciando luégo su contenido en el nido.

Como en los buitres europeos, africanos y asiáticos, la cabeza y el cuello son más o menos desnudos, frecuentemente de coloración muy viva, carácter éste que también las diferencia de la mayoría de los verdaderos buitres; pues en las Catártidas, si se exceptúa el gallinazo **Coragyps atratus,** todas las demás poseen coloraciones notables en las partes desnudas del cuello y la cabeza, destacándose entre ellas por esto el Rey de los Gallinazos **Sarcorhamphus papa,** en cuya cabeza y cuello contrastan el anaranjado, el rojo, el amarillo, el violeta, el gris y el negro.

En cuanto a los sentidos, sin duda alguna el de la vista es el mejor desarrollado, a pesar de que muchos sostienen que el olfato está también muy desarrollado.

Sobre la manera de buscar y encontrar su alimento las Catártidas hay diversas opiniones; sin embargo, la mayoría se inclina por la teoría de que estas aves encuentran su sustento por medio de su agudísima vista. Sobre esto llamo la atención a lo que dice el célebre ornitólogo norteamericano Dr. Alexander Wetmore en su libro citado atrás.

Personalmente agregaré a las sabias observaciones del Profesor Wetmore, algunas de las que sobre el particular he realizado yo, las cuales me han permitido comprobar que, no solamente las gualas, sino también los gallinazos, vigilan constantemente a los perros en el campo, aprovechando de este modo el magnífico olfato del cánido que los guía dentro del bosque donde se encuentra un animal muerto. Relataré aquí solamente dos ejemplos para dar una prueba más de que las catártidas en general encuentran su alimento principalmente por medio de la vista. Encontré un día un ternero muerto debajo del bosque; cuando yo lo vi por primera vez ya tenía por lo menos un día de muerto y por consiguiente un olor muy fuerte; sin embargo, no fue sino hasta el día siguiente cuando llegaron los perros y detrás de ellos los primeros gallinazos. Otro ejemplo es el siguiente: Habiendo yo matado a tiros de revólver un caballo viejo, no bien me retiré cincuenta metros del sitio y me oculté para observar, cuando una guala que volaba en espirales a unos cinco kilómetros de distancia, al estar a suficiente altura para poder ver desde allá el animal que yo acababa de matar, se vino con gran rapidez, y a los pocos minutos, cuando antes no se veía una sola, había más de cinco gualas, y no tardaron en llegar los gallinazos; como es natural, en un cuarto de hora no podía desarrollarse ningún olor en este animal, lo que indica que la primera lo localizó por medio de la vista, mientras que las otras y los gallinazos llegaron por observación mutua, pues es cosa sabida que todas estas aves se están vigilando unas a otras cuando están volando, y si alguna se dirige a tierra, las demás la siguen. Al contrario de las otras aves de este Grupo, las catártidas hembras no son más grandes que los machos.

* * *

ORDEN CATHARTIFORMES

EL CONDOR

Vultur gryphus Linneo

Otro nombre: Buitre (con este nombre es designado en casi toda Colombia).

Caracteres.—Las dimensiones del cóndor varían, siendo los ejemplares peruanos y chilenos de mayor tamaño que los del Ecuador y Colombia. El macho tiene una longitud que varía de 1,10 m. a 1,20 m. y una envergadura que varía de 2,80 m. a 3,20 m.; la cola alcanza 38 cms. La hembra es un poco menor.

El macho adulto.—Tiene el plumaje negro, con algunos reflejos de azul acero con brillo metálico; las rémiges primarias de color negro mate; las rémiges secundarias de un negro grisáceo bordeadas exteriormente de blanco; las grandes coberteras del segundo orden, blancas sobre las barbas exteriores; la cola es negra, el occipucio, la cara y la garganta gris-negruzco; el cuello de color de carne lívida; la región del buche rojo pálido; un angosto lóbulo cutáneo que pende de la garganta y los dos pliegues verrugosos de los lados del cuello de un rojo vivo; la base del cuello adornada por un collarín de plumas suaves blancas; el ojo color rojo de carmín; el pico de color cuerno claro; las patas café oscuro o negruzcas; posee una carúncula a modo de cresta sobre la base del pico y la frente. La **hembra** no tiene cresta; la piel desnuda de la garganta es cafesosa; el plumaje en general es negro café con matices cenicientos sobre las alas. El **macho joven** se parece mucho a la hembra en su coloración, con un tinte café-plateado más acentuado; no posee el collarín blanco, pero sí la cresta.

Nido y huevos.—El cóndor anida únicamente en rocas inaccesibles de las cordilleras, aprovechando una saliente o una hendidura; generalmente la hembra pone uno o dos huevos de color blanco amarillento, pintados algunas veces con manchitas pardas, al principio del año, sobre la roca desnuda o sobre una ligera capa de ramas secas. La incubación dura entre cinco y seis semanas. Los pequeños nacen cubiertos de un plumón blanco-gris; crecen lentamente, no pueden volar sino largo tiempo después de su nacimiento y permanecen aún bastante tiempo bajo el cuidado de sus padres.

Distribución.—El cóndor vive de preferencia en las partes más elevadas de la Cordillera de los Andes, desde el estrecho de Magallanes y Patagonia, hasta Colombia y el occidente de Venezuela. En el Perú y Chile baja hasta el nivel del mar. En Colombia es más escaso que en los países del sur, siendo raro verlo. Se ha observado en la Sierra Nevada de Santa Marta y la Cordillera Oriental hasta Mérida (Venezuela). En la Cordillera Central habita desde las regiones del Puracé y Sotará al sur hasta el macizo andino del Ecuador. Algunos bajan desde Sotará por la hoya del río Quilcacé hasta el valle del río Patía en el Departamento del Cauca, donde no es raro verlos. Parece que antiguamente llegaban hasta el Valle del Cauca, pero hoy nadie los ha visto más en esta región; también se los encuentra en las cercanías del Nevado del Ruiz, un poco al sur.

El cóndor figura en nuestro escudo nacional, así como en los del Ecuador, Bolivia y Chile; y los antiguos incas lo tenían como animal sagrado.

El cóndor, como el "quebrantahuesos" de Europa, ha tenido la misma suerte: se les ha desconocido; se les ha acusado; se han escrito sobre ellas las historias más fabulosas y las han creído. Solamente en el siglo pasado se estableció la verdadera historia natural del cóndor. Unicamente después de Humboldt, Darwin, D'Orbigny y Tschudi, se ha conocido la verdad sobre esta ave fabulosa, hasta entonces.

Todas las costumbres del cóndor lo asemejan a los buitres. En las regiones donde es abundante vive en banda-

das que suben hasta cuarenta o cincuenta individuos, pero en la época del celo se separan por pares. En Colombia son abundantes solamente al sur, en el Departamento de Nariño, cerca de la frontera ecuatoriana y en la Sierra Nevada de Santa Marta (según E. Kraus). Cada pareja se instala en una roca y permanece reunida. Por la mañana salen alrededor de las ocho y recorren su dominio, cuya extensión es difícil de imaginar. Se elevan primero lentamente, o planean a lo largo del cañón de rocas donde habitan; como todas las grandes vultúridas, se elevan describiendo círculos inmensos, y de esta manera llegan a enormes alturas que algunos calculan en 3.000 metros sobre las más altas cumbres andinas, es decir, unos 10.000 metros sobre el nivel del mar. Según Humboldt, se les ve con frecuencia planear por encima del Chimborazo, bastante arriba de las nubes y a una altura que él ha calculado en más de 7.000 metros. Su habitat favorito lo forman las más altas cordilleras, de preferencia en una zona de 2.000 a 5.000 metros sobre el mar. En el estrecho de Magallanes y Patagonia llegan hasta la orilla del mar y anidan en los acantilados escarpados cuyo pie está bañado por las olas. En el Perú y en Chile descienden con frecuencia hasta las costas; según Tschudi, son diez veces más abundantes en las alturas que en la llanura. Por lo general se ve al cóndor solo o por grupos de tres a cinco; cuando uno de ellos percibe alguna presa, cierra las alas y se deja caer y todos los demás le siguen.

Cuando su caza ha sido satisfactoria, regresan a su roca al medio día, donde reposan algunas horas; por la tarde vuelven en busca de alimento. El cóndor se nutre principalmente de carroña, y al decir de los indios, es el primero que llega donde está un animal muerto, pero que rehusa comer si ya lo han empezado los gallinazos. Humboldt dice que entre dos cazan al ciervo de los Andes, la vicuña y aún el guanaco y los terneros. Ellos fatigan a estos animales golpeándolos con las alas o picándolos, hasta que cayendo extenuados no pueden levantarse y se convierten en la presa de esta ave. Con frecuencia también en su huída esos animales se despeñan por los precipicios y luégo baja el cóndor a devorarlos en el abismo. Acompañan al puma en sus excursiones para devorar los restos de sus comidas. "Cuando los cóndores bajan, dice Darwin, y en seguida todos vuelan súbitamente, el chileno sabe que hay allá un puma que vela por su presa y persigue a estos ladrones". En nuestras regiones visitadas por el cóndor solamente están en peligro los terneros recién nacidos, los que son atacados por estas aves con relativa frecuencia. Aunque el cóndor en nuestro país es escaso, y sumamente arisco, puedo relatar el caso de un campesino, que al ver que un cóndor estaba matando a un ternero recién nacido, fue a espantarlo, siendo perseguido y ahuyentado por el enorme pajarraco. En la orilla del mar se nutren de los grandes mamíferos marinos que las olas han dejado sobre la playa. Ellos evitan la vecindad de las poblaciones. Jamás atacan a los niños. Ordinariamente no comen más que carne muerta que desgarran sólo con el pico.

Los cóndores empiezan a devorar una presa por las partes que les ofrecen menor resistencia: los ojos, las orejas, la lengua y las partes blandas alrededor del ano, donde hacen un gran agujero para penetrar en la cavidad abdominal. Cuando se han reunido varios alrededor de un cadáver, los orificios naturales no son suficientes para permitirles cómo saciarse rápidamente; entonces practican aberturas en el vientre o el pecho con su fuerte pico. Los indios pretenden que el cóndor conoce perfectamente el sitio del corazón y que es éste el órgano que busca primero.

Cuando está lleno es pesado y perezoso; si se le obliga a volar, vomita los alimentos que llenan su buche. De esta costumbre se aprovechan muchos para capturarlo. Poniendo un animal muerto en un corral, dejan que el cóndor se llene y luégo lo acosan antes de que pueda vomitar; en otros lugares matan una bestia vieja en un sitio visible y regresan al día siguiente, cuando estando estas aves ahítas no pueden volar, alcanzándolas a caballo, pues, como es sabido, el cóndor necesita correr para poder despegar en terreno llano.

Estas aves son muy fuertes y no es fácil matarlas con una escopeta ordinaria, sino que es necesario emplear un rifle de una buena fuerza. Es la más fuerte de este Grupo.

En cautividad el cóndor se comporta de diferentes maneras: algunos se domestican con facilidad, otros permanecen siempre salvajes y pícaros. "Tschudi poseía uno que se defendía vigorosamente cuando se lo quería tocar y que arrancó completamente una oreja al negro encargado de cuidarlo".

Los cóndores del Zoológico de Hamburgo no demuestran al hombre el menor afecto; varias veces han tratado de morder a su guardián. Hackel, por el contrario, tuvo largo tiempo dos de estas aves que eran agradables: "Su suavidad, dice el conde Gourcy, es increíble; su inteligencia, su juicio no son menos notables. Le han tomado afección a su amo, el macho sobre todo, y al verlo no deja de saltar en la jaula; a su orden, se sube a la percha, viene a posarse sobre su brazo, se deja llevar por él, le acaricia la cara con el pico; él por su parte le mete el dedo en el pico, le tira de las plumas, juega con él como con un perro".

"La hembra no tarda en ponerse celosa de estas caricias y tira a su amo por el vestido, hasta que le da de comer. Ellos son muy celosos el uno del otro, y frecuentemente rasgan los vestidos de su amo tirando cada uno de su lado. El macho salta felizmente de una parte a otra como un niño; juega con todo. Estos cóndores difieren de todas las rapaces por su mansedumbre y alegría". Agregaré a este relato observaciones personales sobre un ejemplar cautivo que responde al nombre de Lindbergh, el cual es muy agradable; juega a los toros cuando se le muestra un pañuelo; corre como lo hacen los perros acostumbrados a esta clase de juegos. Se muestra muy contento cuando se lo acaricia, y él responde de la misma manera con gran suavidad, usando el pico, y demuestra gran afecto hacia su dueño, el señor Emilio Cardona. Este es un ejemplar macho que pasa poco de los tres metros de envergadura.

Entre los campesinos y los indios existe la creencia de que el corazón del cóndor, o buitre, como ellos lo llaman, crudo o seco y reducido al polvo es un gran remedio para la epilepsia, la anemia y la debilidad general, y la sangre y pulmones son empleados para combatir la tuberculosis; la mucosa del estómago sirve de tópico para los cánceres del seno y algunos afirman haber observado muy buenos resultados. Esta creencia viene desde los Incas y hoy se conserva desde Chile hasta Colombia, pues a mí me fue encargado el cuerpo de un cóndor, con ese objeto, al saberse en Puracé (Cauca) que yo había ido con intenciones de cazar alguno.

* * *

EL REY DE LOS GALLINAZOS

Sarcorhamphus papa (Linneo)

Otros nombres: Rey zamuro, rey chulo, gallinazo rey, buitre real, cóndor blanco, alguacil, etc.

Caracteres.—La envergadura del rey de los gallinazos es de 1,80 m. a 1,89 m.; su longitud, de 0,88 m. a 0,94 m., de los cuales 0,25 corresponden a la cola.

Ambos sexos son semejantes—Adultos.—La cabeza y el cuello son casi desnudos y de coloración muy viva y variada. La cabeza es negra con la parte superior de la frente de color grisáceo, la coronilla es rojo bermellón, los repliegues de las mejillas grises con matices violáceos; los repliegues de la región auricular grises, tornándose anaranjados en la región occipital; un grueso repliegue de piel a lo largo de la nuca de color amarillo-cromo; los lados del cuello de color rojo-cinabrio que se torna púrpura en la región occipital; la garganta es amarillo-cromo-claro; la barba violácea; las carúnculas que rodean la base del pico y la nariz anaranjadas; el pico es negro en la base, rojizo en el centro y blanco amarillento en la punta; el iris es blanco puro; los párpados rojo-claro vivo. Toda la cabeza y la nuca están sembradas de cortas plumas en forma de cerdas de color negro. La parte desnuda del buche es de color rosado de carne. El collarín que rodea la base del cuello es de plumas de color azul plomizo; la espalda, la región escapular y las coberteras superiores de las alas de hermoso color crema o ante claro. Las grandes coberteras, las secundarias y las primarias son negras con reflejos verdes o azules de brillo metálico; los bordes exteriores de las secundarias son de color crema o blanco sucio. La cola es igualmente negro brillante; el pecho, el vientre, los flancos, las piernas y las coberteras superiores de la cola son negras. Las patas son grises-negruzcas; las uñas negras. Las carúnculas de la base del pico son un poco más desarrolladas en el macho que en la hembra. Los dedos del frente están reunidos en su base por una corta membrana, más desarrollada entre el dedo exterior y el medio, que entre éste y el tercero. El dedo posterior o pulgar es corto. En general, las patas del rey de los gallinazos se parecen a las del cóndor, pero no tienen el dedo medio tan desarrollado en relación a los otros como éste.

Joven.—Los jóvenes son de un color pardo oscuro, casi negro, más o menos uniforme, algo más oscuro en la espalda; sembrado en la parte inferior de pequeñas manchas blancas que aumentan a medida que avanza en edad, llegando a su coloración definitiva antes que la parte crema de la espalda. La cabeza es de tonos oscuros y las carúnculas tardan algún tiempo en desarrollarse. El iris es de color gris perla.

Nido y huevos.—Según Burmeister, el rey de los gallinazos anida sobre los árboles más elevados de la selva, y también construye su nido en la cima de los troncos secos. Los huevos, que son ovalados, tienen 81 mm. de largo y 66 mm. de ancho. Tienen un fondo de color blanco-amarillento, manchados de castaño oscuro o rojo de óxido, que algunos comparan a manchas de sangre; sin embargo, otros dicen que son completamente blancos.

Distribución.—El rey de los gallinazos habita en todas las regiones bajas de América desde el 32° sur en el Brasil y norte de Argentina, hasta México. Nunca pasa su habitat de una altura mayor de 1.500 mts. sobre el nivel del mar. En Colombia es bastante frecuente en la hoya del río Magdalena, en el litoral caribe y en los Llanos Orientales, menos frecuente en la hoya del río Cauca y no ha sido observado en el valle del río Patía. También ha sido observado con relativa frecuencia en las selvas del Vaupés. Sin embargo es un ave bastante rara.

Al contrario de la generalidad de los buitres, el rey de los gallinazos es un habitante casi exclusivo de los bosques, siendo muy raro verlo en campo abierto. Según Azara, Humboldt, el Príncipe de Wied, D'Orbigny, Schomburgk, Tschudi y otros naturalistas que escriben sobre sus costumbres, es un ave que frecuenta las selvas vírgenes y las llanuras cubiertas de bosques; jamás se lo encuentra ni en las estepas, ni en las montañas desnudas. Según D'Orbigny, es solamente la mitad de común que el cóndor; diez veces más raro que la guala y quince veces más escaso que el gallinazo, pero yo creo que es aún mucho más escaso.

Se dice que pasa la noche en las ramas bajas de los árboles en el lindero del bosque, aunque lo he observado sobre la copa del árbol más alto y a bastante distancia de la orilla del bosque durante varios días consecutivos, llegando a buscar su dormidero a las cinco y media más o menos. Parece que tiene preferencia por lugares determinados y se ve a varios de ellos reunirse allí al llegar la noche. Sólo o en sociedad, se eleva por la mañana mucho más temprano que el cóndor, probablemente debido a la diferencia de climas de las regiones que ellos habitan; recorre el bosque y sus alrededores buscando si un jaguar ha cazado algo para él. Cuando percibe algún cadáver, desciende con rapidez, pero sin abordar inmediatamente su presa; por el contrario, se posa a alguna distancia sobre un árbol o en el suelo; mete la cabeza entre los hombros y de tiempo en tiempo echa sobre su presa una mirada llena de ansia. Se diría que se ejercita en excitar aún más su apetito por la vista. Por lo general es únicamente al cabo de media hora que trata de satisfacerlo. Es siempre prudente y empieza por asegurarse de que nada lo amenaza. Con frecuencia come hasta el punto de que puede moverse con trabajo.

El rey de los gallinazos exhala un olor insoportable cuando tiene el buche lleno; cuando está vacío, tiene como todas las catártidas un fuerte olor a almizcle. Cuando termina su comida se sube a un árbol vecino para hacer allí su digestión.

D'Orbigny asegura que ataca a los animales jóvenes, pero ningún otro observador hace mención de este hecho.

Por lo general, cuando los gallinazos y las gualas están devorando algún cadáver y aparece el rey de los gallinazos todos se retiran para dejarle el campo libre, permaneciendo a prudente distancia. De esto han surgido las más raras leyendas sobre esta hermosa ave, y quizá a esto y a su notable figura debe su nombre.

Muchos observadores atestiguan el hecho antes mencionado, y Schomburgk dice: "Centenas de gallinazos están reunidos en torno de una carroña, pero todos se retiran desde que aparece su rey. Subidos en un árbol vecino o simplemente posados en tierra, esperan con los ojos brillantes de ansia y de envidia a que su tirano haya calmado el hambre y se haya retirado. Apenas ha terminado su comida cuando todos se precipitan para lograr la mejor parte de sus restos. Yo he sido con frecuencia testigo de este hecho y puedo asegurar que delante de ninguna otra ave las pequeñas catártidas abandonan su presa como lo hacen delante de su rey. Desde que éste aparece a lo lejos, todos se retiran, por ocupados que estén". Observaciones semejantes han sido hechas en todas las regiones en que existe el rey de los gallinazos en Colombia.

Tschudi ha puesto en duda el relato de Schomburgk: ni él ni su amigo Stephan han observado conducta parecida, y Schomburgk rechazó al parecer victoriosamente esta crítica, pues todas las pequeñas vultúridas se comportan de la misma manera en presencia de las grandes y aquí en América sucede lo mismo con el cóndor; pues se trata no de una veneración, como suponen algunos, sino del respeto y temor al más fuerte.

Mis observaciones sobre este punto son en cierto modo contradictorias, pues observé parados en la misma rama de un pequeño chaparro, que no tendría más de un metro de longitud, a un rey de los gallinazos joven y a sus lados a un par de gualas, lo cual demuestra el poco temor que les inspiraba. En una carroña donde estaban reunidos alrededor de unos sesenta gallinazos y gualas, también había cinco reyes que estaban distribuídos en la forma siguiente: uno de ellos hacía el papel de centinela en un chaparro vecino, otro estaba parado a pocos metros de la carroña en el suelo, mientras los tres restantes estaban dándose el gran banquete en medio de sus parientes más pequeños, sin que éstos demostraran mayor temor; antes bien, comían algunos de éstos al mismo tiempo. Cuando se alarmaron por mi presencia, el primero en volar fue el rey que se hallaba en el árbol, después el que estaba separado y por último los tres regios comensales y con ellos los gallinazos y gualas, empezando a describir círculos sobre su interrumpida mesa; algunos de los gallinazos y uno de los reyes fueron a posarse en los altos árboles de un bosquecillo cercano, mientras los otros regresaban para continuar su nauseabundo festín.

La mayoría de los observadores convienen en que el rey de los gallinazos es un ave sumamente maliciosa y arisca. Al respecto puedo decir que en este caso, como en la mayoría de las aves, es una cosa muy relativa que depende únicamente de la persecución de que sean víctimas en las distintas regiones, pues mientras en el Valle del Cauca es muy difícil acercarse a uno de los pocos que allá se pueden ver, en los Llanos del Meta son muy mansos, y yo he podido estar debajo de un árbol donde había dos de ellos, en el bosque, observándoles largo rato, y después de haber matado uno de ellos con un tiro de escopeta, el otro aún permaneció en el mismo árbol, viniendo a observar a su compañero muerto desde la misma rama de donde acababa de caer.

En cautividad se comportan como la mayoría de los buitres; son dóciles y algunos muy agradables, atienden cuando se les llama por su nombre y son juguetones, pero desconocen a los extraños y entonces se sirven de su fuerte pico para quitarlos de su lado. De un bello par de ejemplares que posee el Instituto Botánico, uno de ellos sobre todo es muy manso y da muestras de alguna inteligencia, pues contesta con un graznido peculiar cuando se le llama y acude en seguida. Este ejemplar ataca a sus compañeros de cautiverio más pequeños, especialmente cuando están enfermos, habiendo matado a dos águilas que estaban heridas. Demuestra gran predilección por pequeños animales y come con gran gusto pajaritos de los que se dan a las águilas, pero es incapaz de cogerlos si están vivos.

* * *

EL GALLINAZO

Coragyps atratus fœtens (Lichtenstein)

Otros nombres: chulo, zamuro, galembo, chicora, cuervo, golero, etc.

El gallinazo es la más común de las Catártidas; su color general es negro intenso.

Descripción.—La envergadura del gallinazo varía de 1,33 m. a 1,40 m.; su longitud es de 0,65 m. a 0,68 m., de los cuales 0,18 m. corresponden a la cola. El gallinazo tiene la cabeza y parte del cuello desnudos y la piel de estas partes de un color negro mate o gris-pardusco opaco, bastante arrugada, especialmente a los lados del cuello, y sembradas de cortas plumitas negras en forma de pelos, más abundantes en la región de la coronilla. Este género nunca tiene coloraciones vivas en la piel de la cabeza y el cuello. El pico es bastante largo, relativamente delgado y está cubierto por la cera hasta adelante de la nariz, que está situada bastante adelante y es de forma alargada y sin tabique divisorio. La punta del pico es córnea y notablemente ganchuda, provista de bordes muy cortantes; la parte anterior de la mandíbula superior es notablemente levantada, por lo que se nota una depresión en la mitad del pico, que es en esta parte casi cuadrado. Las plumas avanzan más arriba en la nuca que en la garganta, siendo más bajas en los lados inferiores del cuello. Los ojos son muy vivos y de color castaño rojizo-oscuro. Las patas son gris negruzcas con tarsos bastante altos de 7½ cms. de longitud, cubiertas por escamas pequeñas, más grandes en la parte anterior que en la posterior. Los dedos son largos, siendo el del centro de unos 8 cms., mientras que los laterales, de igual tamaño ambos, sólo tienen 5 cms. El dedo posterior, que solamente tiene 2 cms., está, como en las dos especies anteriores, situado un poco alto. Los dedos anteriores están reunidos en su base por una membrana igualmente desarrollada a ambos lados del dedo medio. Las uñas son color de cuerno negro, poco curvadas y muy agudas. En general, las patas del gallinazo tienen la misma forma que las del cóndor. El plumaje es de color uniforme, negro intenso, con brillo metálico verdoso o violeta. Las rémiges primarias tienen el raquis completamente blanco, así como las barbas por el lado inferior, que son de un color blanco sucio, más extendido hacia la base y sobre las barbas del lado exterior; en el extremo estas plumas son de color café-negro mate en su lado inferior, mientras que en el lado superior son casi completamente negras en la punta y de color pardo mate, bastante claro, hacia la base. Las 6 ó 7 primeras rémiges son recortadas en ambos lados; la más larga es la cuarta, y la primera la más corta y casi del largo de la sexta, pero sin embargo no se nota una gran diferencia de longitud entre ellas, por lo cual parece como cuadrada la punta del ala en el vuelo. La característica de las primarias blancuz-

a-a) LA GUALA COMUN.
Cathartes aura jota (Molina).
1/10 del tam. nat.

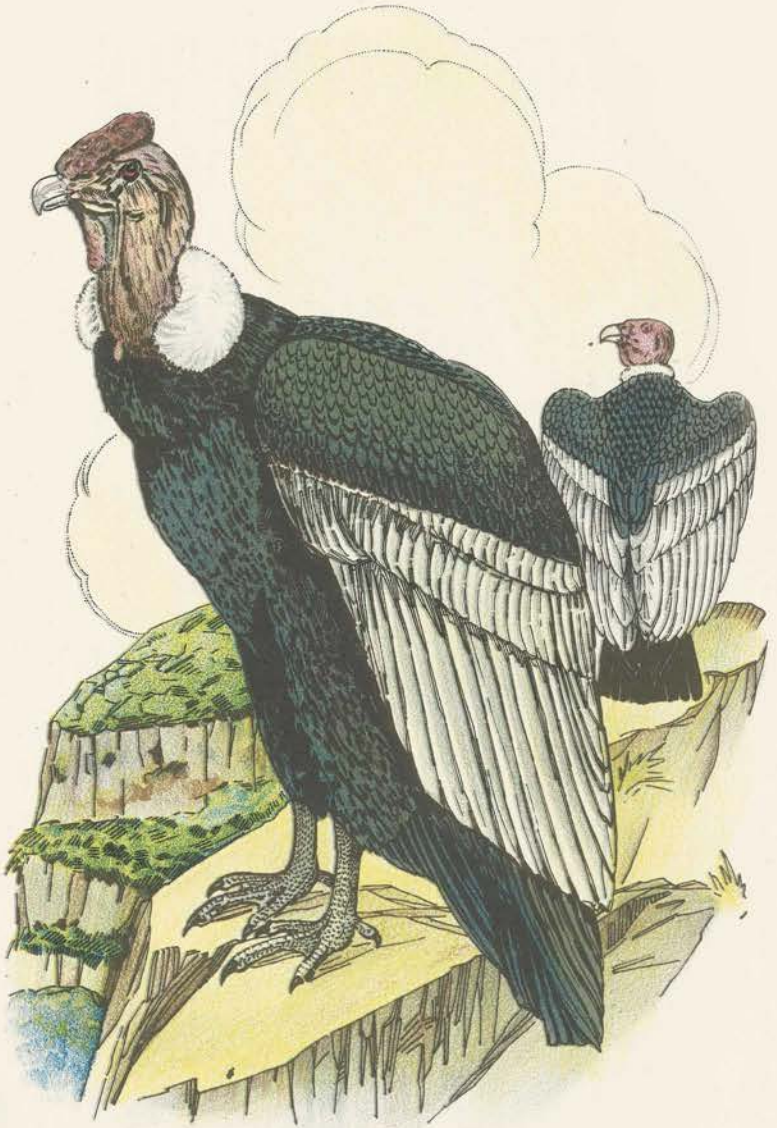

a


a


b


b

b-b) EL GALLINAZO.
Coragyps atratus foetens (Lichtenstein).
1/10 del tam. nat.



EL CONDOR.
Vultur gryphus Linneo.
1/12 del tam. nat.

(Dibujos del autor)

cas es muy notoria aún en el vuelo, por lo cual se reconoce en seguida aún a cierta distancia.

El gallinazo es un ave relativamente pesada; a pesar de tener una envergadura menor que la guala, es bastante más pesada que ésta.

Nido y huevos.—Los gallinazos anidan de preferencia en el suelo, sin construír un nido especial, debajo de un matorral o al pie de un tronco; algunas veces anidan en agujeros de los barrancos o en la saliente de alguna roca; también suelen anidar en los zarzos, debajo de los tejados. Por lo general no hacen un nido cuidadoso, sino que se contentan con unas pocas chamizas para uniformar el piso cuando está desigual. Ponen de uno a tres huevos de coloración blanco verdoso o blanco azulado, manchados de puntitos castaños o rojizos, más abundantes en el extremo más ancho. Los jóvenes nacen desnudos, pero no tarda en aparecer un plumón de color crema sucio, que se desarrolla rápidamente. Esta especie, como la mayoría de las aves en nuestro país, no tiene época fija para anidar y corresponde generalmente con el final de las lluvias, de suerte que los pequeños nacen al comienzo de la estación seca.

El gallinazo habita toda la América tropical y subtropital, desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de la Argentina, y desde la Isla de Chiloé al oeste, hasta el 40° de longitud en el Brasil. Existe otra subespecie **Coragyps atratus atratus** que es la que ocupa el área septentrional de su dispersión desde Panamá al norte, aunque también se encuentra en Colombia. Se lo encuentra en todos los climas, pero es más frecuente en los climas cálidos, y muy escaso en los páramos. Frecuenta las poblaciones y las vecindades de las casas de campo.

Los gallinazos son aves muy útiles en el campo, y en las ciudades cuyos servicios sanitarios son deficientes; sin embargo, en muchas regiones son perseguidos por creerlos portadores de muchas enfermedades, pero últimamente se ha comprobado en los Estados Unidos que esto no es cierto.

En ciertas poblaciones de Colombia donde se aprovechan las aguas lluvias son destruídos por ensuciar los tejados o techos, pero esto se evita mucho más efectivamente que matándolos, poniendo un alambre templado a unos 15 cms. de altura sobre las partes más altas de los techos y sobre las aristas, que son las partes más frecuentemente empleadas como sitios de descanso por estas aves.

Por lo general, los gallinazos son rara vez molestados debido a sus servicios sanitarios, y en algunas partes viven como aves domésticas, sin temor al hombre, y apenas se mueven cuando uno pasa por su lado. Cuando hay una carroña, se reúnen centenares de ellos y en poco tiempo dejan los huesos completamente limpios. Durante su comida pelean unos con otros, y como generalmente ocurre que son las gualas las primeras en llegar donde hay un animal muerto, ellos las observan continuamente y las siguen, cuando ellas se dirigen a tierra, pero como son más fuertes, las ahuyentan en seguida.

Como todas las catártidas, el gallinazo es un gran volador. Su vuelo es muy potente y sostenido. En los días claros vuela desde muy temprano y solo o en bandadas se remontan a gran altura describiendo círculos, y gracias a su gran poder visual, localizan su alimento, descendiendo vertiginosamente, algunas veces con las alas cerradas y produciendo un ruido particular. En los días lluviosos permanecen casi inactivos reunidos en sus dormitorios, y si están en el aire cuando se aproxima una lluvia, en seguida bajan con gran rapidez y buscan un lugar donde reposar mientras pasa el chubasco.

Esta especie se distingue de la siguiente por su coloración más oscura, su forma más robusta y la posición de las alas en vuelo, que no es curvada, sino más bien con las puntas dirigidas hacia adelante; además porque las rémiges primarias son de coloración más clara, pareciendo a primera vista como blancas. La cola es muy corta y como recortada, por lo cual cuando la tienen cerrada parece cuadrada. Al aletear lo hacen con rapidez y dan unos tres a ocho aletazos seguidos de una más o menos larga planeada; pero una vez a bastante altura, vuelan durante horas enteras, sin mover más que ligeramente las alas para adaptarlas a las condiciones de las corrientes de aire. Los gallinazos son de las pocas aves, si no la única de este Orden, que comen frutas. Yo los he visto reunirse en los árboles de aguacate en las épocas de cosecha y comer sus frutos hasta que no pueden volar.

Nunca atacan a otras aves para comerlas, pero sí acaban de matar a los animales enfermos o moribundos, cuando éstos no se pueden parar, sacándoles los ojos y picoteándolos alrededor del ano.

Su voz es un graznido gutural, que se oye a alguna distancia cuando juegan o cuando pelean. Acostumbran reunirse en gran número en los sitios elegidos para dormir y no es raro ver más de 40 de ellos en un solo árbol. En cambio, nunca anidan en colonias, sino por parejas y muy lejos un nido de otro. Anoto como dato curioso que en las regiones del Vaupés nunca vi un ave de éstas; en cambio se las ve a lo largo del Caquetá, el Putumayo y el Amazonas.

Estas aves nunca llevan alimento a sus polluelos en el pico o las patas, sino que los alimentan por regurgitación.

* * *

LA GUALA COMUN

Cathartes aura jota (Molina)

Otros nombres: guala de cabeza roja, guale, aura-jote, zonchiche, zamuro, chicora, chulo, galembo, etc.

La guala es, después del gallinazo, la catártida más común en Colombia.

Su coloración general es la de café muy oscuro, con la cabeza rojiza.

La envergadura de la guala común es de 1,72 m. a 1,80 m.; su longitud es de 0,67 a 0,76 m., de los cuales 0,26 corresponden a la cola.

La cabeza y parte del cuello están cubiertas por una piel rugosa de coloración muy viva y parcialmente desnuda, sembrada de cortas plumitas negras en forma de pelos distribuídas irregularmente, más abundantes sobre la nuca, la coronilla y sobre todo en la región comprendida entre el ojo y la nariz, que a los lados y en la parte inferior, esta piel es de coloración rojo-carmín intenso, pero que varía a voluntad, apareciendo casi blanca algunas veces.

Sobre la parte de la coronilla y la nuca se notan unas áreas sebosas de color amarillo-crema, más notorias en la nuca. La región auricular y hacia la coronilla con matices violáceos o azulados. La cera es también rojo carmín. La abertura de la nariz es muy grande y sin tabique divisorio, formando como un puente a través del cual se ve muy bien al otro lado. El pico está cubierto por la cera en sus dos terceras partes; la parte del extremo es de color de cuerno blanco; más ganchudo que en la especie anterior, aunque más corto y más alto en la base. Los ojos son relativamente pequeños y de color castaño rojizo, pero de expresión muy viva. La parte superior desde la nuca es de coloración negruzca con matices verdes o violeta de brillo metálico. La parte inferior un poco más oscura en el cuerpo, con matices de brillo metálico principalmente en el pecho. Las coberteras superiores de las alas están bordeadas de un color castaño amarilloso y las rémiges primarias y secundarias son de color café-negruzco, con los raquis blancos en su lado inferior y negro brillante en el lado superior, exceptuando las cuatro primeras que tienen raquis amarilloso y las siguientes más oscuras, hasta que las secundarias lo tienen negro, como antes digo, solamente por encima. La cola es asimismo de un color pardo-negro con matices violáceos y los raquis oscuros, por encima. La superficie inferior de las alas y la cola es de coloración mucho más clara, que podría definirse como un blanco sucio, por lo cual estas aves, al ser vistas por debajo, se ven como plateadas al darles el sol en su lado inferior. Por el lado superior se ven como pardas claras. Se destacan muy notoriamente la cabeza rojiza y el pico blanco cuando vuela a poca altura. La cola es más larga y redondeada que la del gallinazo. Las patas son relativamente pequeñas, delgadas y débiles, con escamas pequeñas y dedos armados de uñas poco curvas y afiladas. El dedo posterior es corto, aunque no está situado tan alto como en las especies anteriores. Las patas son de un color rosado pálido sucio y las uñas de color de cuerno negro o café.

La apariencia general de esta especie es la de un buitre un poco más grande que el gallinazo, pero más esbelto, con las alas más largas y algo encorvadas en el vuelo.

Nido y huevos.—Construyen su nido en los troncos huecos, en cavidades de las rocas o sobre el suelo, aunque raras veces hacen un verdadero nido, sino que se contentan con poner sus huevos sobre el fondo desnudo.

Ponen de uno a tres huevos, siendo lo más común dos, algunas veces uno y raramente tres. Los huevos de la guala son de color blanco o crema manchados de café o castaño rojizo, más marcadamente sobre el lado más grueso. Los jóvenes nacen desnudos, pero no tarda en aparecer un plumón blanco sucio, que es reemplazado más tarde por el plumaje definitivo.

Distribución.—Habita esta especie la parte occidental de Sur América, desde Colombia hasta el Norte de Chile y el occidente de Argentina. Existen otras subespecies afines a ésta: en Norte América **Cathartes aura septentrionalis**, y en Sur América oriental existe la **Cathartes aura ruficollis** desde el litoral caribe de Colombia y Venezuela, y las Guayanas hasta el Paraguay.

La guala es quizá una de las aves más hábiles en el arte de volar, y con justicia ha sido tomada como ejemplo en el arte de planear; comisiones de aviadores vinieron de Europa a estudiar estas aves en Venezuela para construír luégo los veleleros, con que hicieron sus ensayos después en el Brasil. Si la guala en reposo, ya sea en el suelo o sobre

un árbol, nos parece tan fea, no podemos decir lo mismo en cuanto despliega las alas y se remonta en el espacio, con su suave y lento aleteo, seguido de un largo planear mientras toma altura. Pero una vez que está a suficiente altura para poder aprovechar las corrientes de aire, no vuelve a aletear y solamente el águila puede ganarle en el arte de volar. Como todos sus parientes de este Orden, la guala encuentra su alimento por medio de su agudísima vista y gracias a su gran instinto de observación, pues nada se escapa a su penetrante mirada. Su alimento está formado por carne en descomposición o fresca de cualquier clase de procedencia, desde un pequeño pajarito, hasta los más grandes mamíferos, pero parece tener una marcada tendencia por las pequeñas presas, como perros, gatos, etc. Caza por sí misma con gran habilidad las culebras de todas clases, lagartos, sapos, etc. Aunque esta especie es más arisca que la anterior, en ciertas regiones donde es más común que el gallinazo, es bastante confiada.

Es muy frecuente el caso de que la mayor parte de la gente la confunda con el gallinazo, en vuelo o parada, y a esto se debió la confusión que tuvieron los primeros ornitólogos europeos que vinieron a Sur América; en los libros antiguos no logra uno encontrar las diferencias entre las dos especies.

Como ya he dicho tántas veces en este estudio, las gualas también se observan unas a otras, mientras están volando, muchas veces a gran distancia unas de otras, y cuando una se dirige a tierra, a los pocos minutos van llegando las otras.

Es tan aguda su vista que puede localizar una pequeña presa desde enormes alturas, donde uno no alcanza a verla. Durante el día recorren grandes distancias en busca de alimento. Por la noche se reúnen muchas veces cientos de ellas en los lugares escogidos como dormitorios en el bosque.

Por la mañana, a la salida del sol extienden las alas para calentarse, pero en los días nublados y lluviosos, cuando el aire está quieto permanecen en sus perchas todo el día, pues cuando faltan corrientes de aire les es difícil volar.

Los adultos de estas aves son casi completamente silenciosos, y solamente emiten un leve silbido expulsando el aire de los pulmones a través del tubo respiratorio.

* * *

GUALA DE CABEZA AMARILLA

Cathartes urubitinga Pelzeln.

Otros nombres: Cabá (Indios cubeos).

La envergadura de la presente especie es de 1,72 m. a 1,85 m. y su longitud de 0,70 m. 0,72 m., de los cuales 0,29 m. corresponden a la cola.

Adultos.—La coloración general es negra, con reflejos verde-azulados de brillo metálico. La cabeza y parte del cuello desnudos y de coloración muy variada.

El pico es de color de cuerno blanco, cubierto hasta más adelante de la nariz por la cera de color púrpura, que en la mandíbula inferior es más rojiza. La base del pico y mejillas cubiertas de piel de color amarillo-ocre, casi blanco alrededor de las comisuras del pico. La frente y la parte antero-superior de la cabeza de color rosado-lila pálido. Una mancha o línea transversal azul-plomizo a través de la coronilla, partiendo de la región auricular. Una mancha azul plomo oscuro delante del ojo, de forma triangular. Ojos de color rojo-carmín, relativamente pequeños. Párpados grisáceos. Detrás del ojo y dirigida hacia la región auricular, una manchita negra. Las verrugosidades de la parte posterior de la cabeza y de la nuca de color púrpura-amoratado. La mancha plomiza delante del ojo, la negra de la región auricular, la coronilla, la región occipital y la barba sembradas de plumitas negras en forma de pelos, más abundantes en las dos primeras regiones. Las patas gris-rosado claro. Uñas negras de cuerno.

La superficie inferior de las alas y de la cola de color negro mate plateado; los raquis de las primarias blanco amarillento; los de las secundarias, blanco-amarillento en su parte inferior y la mitad del lado superior desde la punta; el resto es negro brillante. El raquis de las caudales es blanco-amarillento en su lado inferior y negro brillante en la parte superior. Las secundarias y coberteras grandes muestran un notable color violeta-azulado sobre las barbas exteriores, mientras las del lado interior un color verde-oscuro que se pierde hacia el borde, ambos con un hermoso brillo metálico. Las plumas del pecho, los flancos, el vientre y las coberteras inferiores de la cola son también de un negro intenso de reflejos verdes metálicos.

Nidos y huevos.—Al decir de los indios, estas aves anidan de preferencia en huecos de enormes troncos secos abandonados por las guacamayas, o naturales, y muy raramente en el suelo. Ponen por lo general sólo dos huevos de un color rosado muy pálido manchados de pardo oscuro. Los jóvenes están cubiertos al nacer de un plumón color crema sucio.

Distribución.—Esta especie habita el noreste de Venezuela, las Guayanas y el Brasil. Al sur hasta el norte de Argentina y el Uruguay. En Colombia son bastante frecuentes en el Vaupés, y algunas llegan por el occidente hasta los Llanos de San Martín y Villavicencio, siendo hasta hace poco esta última localidad la más occidental conocida de su área de dispersión. Pero últimamente la he encontrado en el Valle del Cauca y es bastante más pequeña que la del oriente, aunque las características son iguales. Y también en la región de Girardot capturé un ejemplar del mismo tamaño que la del Vaupés; por lo cual supongo que esta especie tiene un área de dispersión bastante extensa en el país.

Las costumbres y género de vida de la especie que nos ocupa son muy poco conocidas, pero se puede afirmar que son habitantes de las selvas de modo especial, y los pocos ejemplares observados en los Llanos siempre han estado en partes cubiertas de bosque. Sin embargo, las del Valle y Girardot estaban en terreno abierto.

Con frecuencia las observaba volando a lo largo de las márgenes del río Vaupés y sus afluentes en busca de alimento, y aunque a primera vista se parece a la especie precedente en el vuelo, se nota una marcada diferencia al observarla con alguna atención.. Su envergadura es un poco mayor; las alas más anchas y especialmente la cabeza, cuya coloración a distancia aparece como amarillo intenso, así como también la coloración superior de las alas y el cuerpo, que no es parduzca, sino casi completamente negra.

Su alimento consiste en toda clase de carne muerta y especialmente pescado; por esto se ven reunirse sobre las trampas de madera en forma de andamios y barbacoas que los indios construyen en los raudales de los ríos, que ellos llaman "cachiveras", tomado del brasilero "cahoeira", en la época de la subida de los peces, con el objeto de procurárselos en gran cantidad sin mucho trabajo. En el Valle del Cauca, en la región de Buga, las observé también con régimen alimenticio a base de pescado.

Yo he observado en el sitio llamado Yuruparí, en el río Vaupés, durante muchos días, a estas gualas de cabeza amarilla reunidas alrededor de las trampas en grupos hasta de treinta individuos. Son bastante ariscas y no permiten acercarse mucho. Por las mañanas empezaban a llegar a eso de las siete a las trampas. Después de descansar algunas horas y poco después del medio día, volaban para recorrer los alrededores, regresando al atardecer para comer de nuevo y se retiraban a los árboles secos más altos del bosque al llegar la noche.

Es curioso que nunca, durante un mes de observaciones en las regiones del Vaupés, pude ver a las gualas de cabeza amarilla en unión de las de cabeza roja, ni siquiera en las trampas de pescar. Pero en el Valle y en Girardot sí andan reunidas.

Aunque mis observaciones me permiten decir que la especie de cabeza roja no es frecuente en las regiones selvosas, sino más bien en las estepas y las montañas, diré que eran relativamente frecuentes a lo largo del río Amazonas, donde en cambio nunca vi una de cabeza amarilla.

La especie de cabeza amarilla es poco conocida en Colombia, y los que mejor la conocen en el exterior no la anotan como de nuestro país.

Varios ejemplares fueron capturados, y hasta hace poco existió una viva en el Instituto Botánico de la Universidad Nacional, capturada en las márgenes cubiertas de bosque del río Ocoa, cerca de Villavicencio (Meta).

(Continuará)

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):363-372, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.578

Introducción a la historia de la ornitología colombiana

Antonio Olivares, O.F.M.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1966, 12 (48): 367-375.



Antonio Olivares O.F.M. (1917-1975)

El padre Antonio Olivares nació en Anolaima, Cundinamarca en 1917, y murió en Bogotá en 1975. A mediados de 1947, después de recibir su orden sacerdotal de la Comunidad Franciscana, viajó a la Universidad Católica de América en Washington D.C., donde adelantó estudios de biología y profundizó sus conocimientos en ornitología al interactuar con colegas del Instituto Smithsoniano. Obtuvo su título de Magister en Ciencias en 1952 y para ello estudió 760 especímenes de aves que el mismo recolectó en Colombia. En 1958 ingresó como profesor al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, centro desde donde visitó diferentes lugares de Colombia en una labor infatigable para fortalecer esa colección de ornitología. Esta labor fue honrada por F. Gary Stiles en 1996, al nombrar con su nombre un colibrí (*Chlorostilbon olivaresi*) endémico de la Sierra de Chiribiquete. Fue miembro de número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y miembro correspondiente de la Real Academia Española de Ciencias.

Para más información, ver la nota In Memoriam de Romero-Zambrano (1977), y la descripción de *Chlorostilbon olivaresi* de Stiles (1996).

Es mucho lo que ha cambiado la ornitología en Colombia desde la época en que el padre Antonio Olivares escribió su *Introducción a la historia de la ornitología colombiana.* Sin embargo, resulta sobresaliente que, desde la dedicatoria "*A la memoria del gran ornitólogo William H. Phelps*", el autor nos transporta al momento histórico de su obra; un momento que preparó la formulación del quehacer ornitológico colombiano actual. En esta clásica entrega, Olivares presenta una majestuosa recopilación cronológica de los eventos ornitológicos más importantes hasta ese momento. Además, muestra la perspectiva de los ornitólogos que habían recorrido o estudiado la avifauna colombiana. Culmina su entrega discutiendo su punto de vista sobre el manejo y uso de la avifauna colombiana en la economía del país, la que se encuentra presente en varias de sus obras, así como también da un llamado a la profundización en trabajos iniciados sobre ecología, parasitología, virología, genética, fisiología, paleontología e implicaciones en conservación de aves colombianas. De manera elocuente, Olivares transporta al lector a través de los trabajos sistemáticos que incluyen la vasta diversidad de aves de Colombia.

Olivares no solo comenta la historia de la ornitología colombiana, sino que también resalta las contribuciones importantes que las revistas nacionales hicieran a las ciencias naturales en Colombia. De la mano con revistas internacionales específicas como "The Condor" o "Fieldiana Zoology", las revistas nacionales "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales", "Caldasia", "Lozania" o "Novedades Colombianas" fueron el cimiento de la ahora conocida explosión en investigación ornitológica colombiana de mediados del siglo XX. Dicho legado se refleja hoy en día en la consolidación de cátedras específicas de ornitología, asociaciones regionales, así como en la fundación de la Asociación Colombiana de Ornitología, la que desde 2003 presenta su propia revista científica "Ornitología Colombiana", de la cual, sin duda alguna, Antonio Olivares se sentiría orgulloso.

Orlando Acevedo-Charry, M Sc
Asociación Colombiana de Ornitología y Grupo de Ornitología de la Universidad Nacional - GOUN

INTRODUCCION A LA HISTORIA DE LA ORNITOLOGIA COLOMBIANA

ANTONIO OLIVARES, O. F. M.

Profesor del Instituto de Ciencias Naturales
de la Universidad Nacional de Colombia

A la memoria del gran ornitólogo Willam H. Phelps

Dividida la Historia de la Ornitología colombiana en sistemática y de divulgación, de esta última se hará un capítulo aparte para citar a los amantes de las aves que, como Fernández de Oviedo, Cieza de León, Zamora, Juan de Santa Gertrudis, Mutis, Caldas, Codazzi, Cuervo, Céspedes, Balderrama y Paredes Pardo, entre muchos otros, desde la conquista hasta nuestros días han dejado en sus escritos generales datos interesantes.

El presente trabajo es una relación cronológica concerniente a la ornitología sistemática que hace resaltar solamente los eventos más significativos, sin intentar dar una exhaustiva exposición historiográfica del aporte de cada uno de los autores mencionados, y no se consignan las numerosas citas bibliográficas a que habría lugar, teniendo en cuenta que tales referencias se encuentran en las obras de Chapman (1917), Cory, Hellmayr y Conover (1918-1949), De Schauensee (1948-1952), (1959), Nicéforo María y Olivares (1964), Olivares (1959), Palmer (1918), Peters *et al.* (1931-1964), Sclater (1855), Sharpe *et al.* (1874-1896), Todd y Carriker, Jr. (1922) y Wetmore (1960) consultadas en la elaboración del texto.

Linneo describió en Systema Naturae, edición 10ª, 1758 un pequeño loro (*Aratinga pertinax aeruginosus*) cuya localidad típica según el dictamen de autores modernos es Calamar en el bajo río Magdalena, Colombia. En la edición 12ª, 1776, denomina un pato arbóreo (*Dendrocygna autumnalis*) basado en información de Edwards, 1751; además, una guacamaya (*Ara militaris*) procedente de nuestro país según Brabourne y Chubb; y sobre material enviado de Cartagena por Nicolás José Jacquin, le da el nombre al chavarría (*Chauna chavaria*) ave de gran tamaño que lleva las alas armadas de espolones y habita en la región Magdaleno-Caribe.

Müller (1776) describe un lorito (*Brotogeris jugularis*) de América, al cual Chapman, 1917, le asignó a Bonda cerca de Santa Marta como localidad típica.

Jacquin (1784) trató el águila harpía dando su procedencia de "las montañas cercanas al río Magdalena, Colombia" y denominándola *Vultur coronatus,* pero es la misma especie que Linneo, 1758 había descrito de México como *Vultur harpyia;* hoy día se llama *Harpia harpyja.*

Gmelin (1789) estudió nuestra garcita blanca (*Leucophoyx thula*) que él denominó *Ardea candidissima* y quedó en sinonimia porque ya había sido tratada de Chile por Molina, 1782.

Humboldt (1805) le dio el nombre a una bella pava (*Ortalis garrula*) e informó sobre sus costumbres observadas por él mismo en las selvas del río Magdalena.

Bechstein (1811) describió una guacamaya (*Ara ambigua*) del noroeste de Colombia.

Lesson (1828) le dedicó una pava (*Chamaepetes goudoti*) a Justin Goudot sobre material que éste había obtenido en el Quindío en 1827. Goudot con otros naturalistas franceses tales como Roulin, vino a Colombia en 1822 llamado por el gobierno de este país para que colaborara en el establecimiento de varias instituciones educativas en Santa Fé de Bogotá. Visitó varias regiones del país coleccionando material científico; estuvo hasta en los ríos Ariari y Guayabero, en Muzo, Icononzo y Herveo. En 1835 Goudot exploró el valle del alto río Magdalena; en 1842 estudió las regiones de Santa Marta y Cartagena; al regresar a su patria se dedicó de 1843 a 1845 a publicar sus experiencias sobre la flora y fauna colombianas y dio a conocer las costumbres especialmente sobre nidación de nuestro gallito de roca (*Rupicola*). Según Mulsant y Verreaux, después de 1848 volvió a Colombia donde murió.

Es lógico suponer que Goudot, durante su estadía en Bogotá enseñó a los nativos a preparar pieles de aves, y se estableció un comercio tan lucrativo como desastroso para nuestra avifauna por la destrucción, de que se le hacía objeto, pues se enviaban frecuentemente por millares a los mercados europeos donde las adquirían los científicos, como lo prueba el hecho de que sea difícil encontrar una colección aviaria europea donde no haya representantes de dicho material, pero claro está que la mayor parte iba a manos de los traficantes en adornos primordialmente femeniles.

Y así desde los tiempos de Goudot en Bogotá hasta ya bien entrado nuestro siglo, se llevó a cabo este negocio; tuvo su época culminante hacia el año de 1885 cuando entró la moda europea de usar en los sombreros pieles completas de aves pequeñas y plumas de gran tamaño. Una idea del fabuloso número de aves exportadas la da Sclater al decir en 1857 que en ese material se encontraban no menos de 700 especies. La mayoría eran colibríes y otras aves muy pequeñas; se cazaba fácilmente con cerbatana. Leo E. Miller por el año de 1910 conoció a uno de estos cazadores que obtenía a diario 40 colibríes para venderlos en Bogotá a los acaparadores, cada piel a 2 centavos. El material no era propio para estudio; su mala preparación impedía la correcta medición de alas al quedar éstas mal colocadas. No menos grave era el carecer de fecha y sobre todo de localidad precisa; figuraban como "pieles de Bogotá", pudiendo ser de cualquier localidad desde la Hoya del Magdalena pasando por la Sabana de Bogotá hasta los Llanos Orientales, donde, según Chapman (1917), hay cuatro zonas bióticas y dos faunas básicas; además, debieron obtener ejemplares en otros sitios de la base y cima de los Andes para traerlas a Bogotá, centro de sus operaciones; así lo prueban recientes estudios. Sinembargo, la mayoría de las excursiones, parece se efectuó a tierras templadas y cálidas de los Departamentos de Cundinamarca, Tolima y Meta.

Sobre el famoso material conocido como "pieles de Bogotá", desde mediados del siglo pasado, hicieron no menos de 270 descripciones de especies colombianas los renombrados ornitólogos Sclater, quien en 1855 había conocido cerca de 200 aves de las cuales 70 habían sido conocidas por Lafresnaye de la Nueva Granada, y en 1857 agregó 52 a su previa lista; Lesson, Loddiges, Boissoneau, Delattre, Bourcier, Fraser, Parzudaki, Gray, Mulsant, Cassin, Des Murs, Bonaparte, Gould, Lawrence, Hargitt, Boucard, Berlepsch, Salvin, Hartert, Oberholser, Gounelle, Ridgway, Hellmayr, Simon, Elliot y Schluter. En 1899 Stone anotó 77 especies coleccionadas por J. W. Detwiler en particular de Honda e Ibagué por consiguiente con localidad precisa pero hizo figurar "pieles de Bogotá"; de igual manera, se encuentran descripciones en el tercer decenio de este siglo.

El tipo de clasificaciones sin localidad exacta del espécimen no estaba mal con el concepto tipológico de la especie, pero en la moderna sistemática con el concepto politípico se necesita la localidad exacta para catalogar las subespecies, sin que se presenten dificultades geográficas; por ejemplo: Lafresnaye en 1845 describió el más pequeño de nuestros carpinteros como *Picumnus olivaceus* de "pieles de Bogotá"; con esto solo se sabía que la especie se encontraba en Colombia; posteriormente, se descubrió que es politípica, y la clasificación de Lafresnaye se refería a la subespecie nominada *P. o. olivaceus,* que no vive en Bogotá sino en las zonas tropicales y subtropicales de ambas laderas de los Andes Centrales, en el valle alto del río Magdalena y en la ladera occidental de los Andes Orientales; entonces queda por averiguar cuál es la localidad típica de dicha forma que puede ser Fusagasugá, Sasaima u Honda, porque allí es frecuente y en donde los coleccionistas pudieron obtener el ejemplar que llegó a manos de Lafresnaye.

A varias de estas descripciones los autores modernos les han asignado localidad típica por comparación con material de localidad segura; así Sclater describió un hornero o furnárido en 1870 como *Philydor consobrinus;* este género fue trasladado a *Automolus* y la especie *consobrinus* pasó a ser subespecie de *rufipileatus;* Chapman en 1917 le dio como localidad típica a Villavicencio en donde él mismo coleccionó 8 ejemplares, en cambio en Bogotá no halló dicha ave.

Delattre y Bourcier (1846) fueron los pioneros en el registro de aves colombianas de localidad precisa y de hábitats conocidos a lo menos por el primer autor. Trabajaron con material, aunque escaso en número, coleccionado por el mismo Delattre en su expedición de Buenaventura a Pasto en 1846 pasando por Cali y Popayán. Les dedicaron colibríes de Pasto a los presidentes Mosquera y Herrán: *Eriocnemis mosquerae* y *Chalcostigma herrani,* respectivamente. Lafresnaye describió también algunas especies de la expedición de Delattre.

Cassin (1860) dio una excelente información de la avifauna de la Costa del Pacífico, sobre 144 especies coleccionadas por Chas J. Wood y Wm. S. Wood Jr. en el bajo Atrato, el Truandó y el Nercua, como naturalistas de la expedición Michler que estudiaba la ruta de un canal entre el Caribe y el Pacífico siguiendo la vía del Atrato. Describe un nuevo género (*Pittasoma*) y varias especies entre ellas el simpático tráupido *Chlorothraupis olivacea.*

Geoffroy (1861) presentó en la revista bogotana "Contribuciones de Colombia a las Ciencias y a las Artes" sus conocimientos sobre los troquílidos de la Nueva Granada.

Claude Wyatt (1871) anotó 210 especies de los Andes Orientales en los departamentos santandereanos y el extremo S. del Magdalena, resultado de su viaje a estas regiones, de enero a fines de marzo de 1870; entre otras localidades recorrió La Gloria, el Páramo de Pamplona, Ocaña y Bucaramanga.

Sclater y Salvin (1879) informaron sobre la primera de las grandes colecciones científicas hechas en territorio colombiano; 468 especies representadas en 3.500 especímenes de los Andes Centrales en el departamento de Antioquia, principalmente de los alrededores de Medellín, y obtenidos por el inglés Salmon quien vivió en esta ciudad empleado por el gobierno colombiano. Coleccionó desde 1872 a 1878. Sclater y Salvin habían descrito en 1877 un carpintero pequeño de las montañas antioqueñas (*Venilornis dignus*) y propiamente de Medellín en 1880 un hornero (*Thripadectes holostictus*).

Salvin y Godman (1879, 1880) trataron un buen número de especímenes de la región de Santa Marta desde la costa hasta localidades de las partes altas de la Sierra Nevada, aprovechando la colección hecha por Simon en 1878 y 1879 con 182 especies; clasificaron un colibrí de páramo (*Oxypogon guerini cyanolaemus*) que vive en la Sierra entre 3.000 y 4.200 m. de altura. En esta región también exploraron Brown y Smith; según Bangs y Allen en 1900 se conocían de Santa Marta 388 especies sobre más de 3.000 pieles depositadas en el Museo Americano de Historia Natural.

Berlepsch (1880) informó sobre 800 ejemplares repartidos en 150 especies, que le habían sido enviados de Bucaramanga; preparados por los nativos carecían de datos con localidad definida; posiblemente capturados en varias localidades santandereanas. Presentan gran afinidad con material de "Bogotá"; en cuanto a distribución geográfica esta colección es de poco valor.

Boucard (1895) presentó una lista de colibríes basado en la colección de W. F. Rosenberg hecha en 1894 entre Buenaventura y Cali.

Robinson (1895) hizo una relación de 91 especies ganadas y observadas por él mismo en el río Magdalena de Barranquilla a Honda y Guaduas.

Townsend (1895) trató aves de la Isla de Malpelo.

Gurney, Sclater, Salvin, Malherbe, Sharpe, G. R. Gray, Ogilvie-Grant, Salvadori, Hargitt, Seebohm, Hartert, Shelley y Gadow en los últimos años del siglo pasado y primeros del presente, anotan aves colombianas en el catálogo descriptivo de las aves mundiales del Museo Británico.

Thayer y Bangs (1905) clasificaron un ave marina de la Isla de Gorgona (*Sula leucogaster etesiaca*) sobre las capturas hechas en la isla por Brown Jr. en 1904; solamente capturó representantes de 14 especies aviarias.

Hellmayr (1911) relató en cuanto a las colecciones hechas por Mervyn G. Palmer de 1907 a 1909 en el alto río San Juan, Buenaventura y Cali; describió de Buenaventura un hormiguero o formicárido (*Myrmotherula surinamensis pacifica*).

El Hno. Apolinar María fundador y director del Museo del Instituto de La Salle, Bogotá, a fines del siglo pasado comenzó las colecciones ornitológicas que en 1913 contaban con 3.150 ejemplares y desde este año hasta 1931 en el Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de La Salle, Bogotá, que después se llamó "Boletín de la Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales" y del cual fue director y fundador, publicó sus conocimientos de las aves colombianas en una nutrida serie de artículos de los cuales permítase enumerar tan solo los siguientes: "Apuntes ornitológicos", "*Steatornis caripensis* de Humb.", "El Cernícalo", "El Cóndor", "El Ornitologista colombiano", "Especies nuevas, Aves", "Observaciones ornitológicas". En el mismo boletín el Hno. Nicéforo María presentó: "Los Troquilidos del Museo de La Salle", "Los Charadriiformes del Museo del Instituto de La Salle" y el Pbro. Juan C. García incluyó "Avifauna colombiana (catálogo de nombres vulgares y técnicos de 200 especies)".

Chapman (1917) con su publicación "The Distribution of Bird-life in Colombia; a Contribution to a Biological Survey of South America", presentó, en 729 páginas de texto, la obra más completa, verdaderamente clásica sobre aves colombianas conocida hasta entonces; estructurada sobre un plan bien definido, concebido con toda claridad, y cuya iniciación tuvo lugar en el mes de diciembre de 1910 al inaugurar el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York un extensivo trabajo de reconocimiento y colección en Sur América; nuestro territorio fue escogido en primer lugar como campo de operaciones, no porque fuera el menos conocido sino en atención al interés que había despertado su avifauna al encontrarse el país en la base del Istmo de Panamá y ser el punto crucial de relaciones intercontinentales; por presentar las más diversas condiciones fisiográficas y climáticas combinadas con la más grandiosa variedad de vida animal en Sur América.

Ocho expediciones coleccionaron en Colombia desde 1910 hasta abril de 1915; varias fueron dirigidas por el mismo Chapman quien anticipándose llegó el 10 de noviembre de 1910 a Buenaventura. En ellas figuraron los exploradores y coleccionistas William B. Richardson, Leo E. Miller, Arthur A. Allen, George Cherrie, Paul G. Howes, Geoffoy O'Conell, Thomas M. Ring, Howarth Boyle y el artista, dibujante de aves, Louis A. Fuertes. Recorrieron gran parte de la región trasandina por las vías de Buenaventura a Bogotá y de los ríos Cauca y Magdalena, y aún visitaron la cisandina en las localidades de Villavicencio, Florencia y Morelia. Obtuvieron 15.775 especímenes. Chapman agregó al estudio de este material el de varias colecciones auxiliares que desde 1898 había adquirido el Museo Americano: 290 pieles ganadas por Batty en los alrededores de Cali, y 194 de Honda con la zona adyacente a esta última localidad en los Andes Centrales y preparadas por la Sra. Kerr quien después agregó 200 del río Atrato. Para comparación dispuso del material de Smith 3.000 ejemplares en 300 especies obtenidos en Santa Marta; de 1.800 especímenes panameños ganados por H. E. Anthony y D. E. Ball y de la colección ecuatoriana 4.000 pieles, hecha por Richardson en 1912 y 1913. Otro factor importante en cuanto a elementos fue la colección ornitológica del Instituto de La Salle, Bogotá, porque el Hno. Apolinar María, quien se relacionó con Chapman en la séptima expedición, prestó a éste una magnífica colaboración y envió gran cantidad de especímenes al Museo Americano. No se debe olvidar que un colombiano, Manuel González fue entrenado en la preparación de material en dicha expedición y envió 600 ejemplares de la región de Bogotá y luego unos 80 de Barrigón, Meta.

Chapman trató 1.285 especies y subespecies incluyendo 126 nuevas especies y subespecies que había descrito y publicado con anterioridad y 11 más que agregó en su magna obra.

El clásico de la ornitología colombiana se propuso determinar el verdadero habitat de gran número de especies cuya localidad típica se decía que era Bogotá, emprendiendo una cuidadosa investigación del territorio colombiano. Dilucida la verdadera distribución de nuestra avifauna, un verdadero avance en la ornitología neotropical. Analiza en conjunto el país, que se le presenta dividido en cuatro zonas bióticas: la tropical o cálida, la subtropical o templada, la fría y la de los páramos. Determina cinco áreas faunísticas: la Pacífico-colombiana, la del Cauca y Magdalena incluyendo las regiones húmedas y áridas, la del Caribe, la de la Orinoquia y la del Amazonas. A cada una de estas divisiones le cataloga sus propias especies aviarias. Al observar la similitud entre la zona tropical del Pacífico colombo-ecuatoriano y la de la Amazonia, dijo que aun cuando hoy están totalmente separadas pertenecen a una antigua área continua de fauna preandina. Anota que la evolución de nuevas formas a uno y otro lado de los Andes prácticamente está en suspenso y por esto no se muestra mayor diferenciación; pero la formación de la cadena andina por su enorme cambio topográfico es la causa de la gran variedad de formas que la habitan; la fauna de la zona subtropical se ha derivado de la franja adyacente de la tropical y al subir ha cambiado de medio ambiente y de ahí sus modificaciones; las formas de la fría y páramo provienen de las mismas zonas al nivel del mar en el lejano sur porque muchas de estas especies se corrieron a la fría del norte y aunque cambiaron el habitat peculiar de su origen no han sufrido mayor modificación o en ocasiones ninguna. El Valle del Cauca estuvo bajo agua hasta después del terciario y por esto su avifauna es comparativamente de reciente origen y se diferencia de aquella de la húmeda costa del Pacífico. Una amplia extensión latitudinal implica usualmente amplia extensión altitudinal. La uniformidad de vida es más visible a mayor altitud. Con raras excepciones, como la del gorrión (*Zonotrichia capensis peruviensis*), las especies no extienden su área de distribución de la alta Amazonia a la baja. En la presente época la distribución de la vida tiende hacia el norte. Pocas especies boreales han entrado a Colombia en los recientes tiempos geológicos. Es muy importante aquello que él llama "falla de Panamá", a causa de erosión en relativo y reciente tiempo geológico, y la comenta así: el tipo de avifauna que se encuentra en la zona selvosa subtropical se extiende en los Andes hasta el norte de Colombia; luego desaparece y se presenta de nuevo en las montañas del occidente de Panamá y en Costa Rica, muchas veces en las mismas especies.

En sistemática adoptó la categoría de subespecie con más frecuencia que autores de su tiempo, cambiando, en muchos casos el nombre binominal anterior por el trinominal. En las formas tratadas discutió puntos taxonómicos de una importancia tal que no pueden ser omitidos por los más recientes autores en la aclaración de sus problemas. Algunas especies las ilustró con lá-

minas a color y el estudio zoogeográfico-ecológico con maravillosas fotografías y mapas. En bibliografía general concerniente a la literatura sobre Colombia dispuso del trabajo de Phanor J. Eder editado por Charles Scribner's Sons.

Todd y Carriker Jr. (1922) en su valiosa obra "The Birds of Santa Marta Region of Colombia: A Study in Altitudinal Distribution", basada en las grandes colecciones hechas por el autor junior durante varios años, desde 1911 y que fueron enviadas al Museo Carnegie de Pittsburgh y a la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, dieron relación de 514 especies y subespecies, varias de ellas descritas y publicadas por el autor senior mientras se elaboraba la obra final en la cual solo se agrega una más. Según la división de las zonas bióticas que ilustran con un mapa, 337 formas aviarias pertenecen a la zona tropical, 75 a la subtropical, 22 a la fría y 7 al páramo.

La información sobre el comportamiento de las aves enriquece el texto. Apuntan que la Sierra Nevada de Santa Marta es mucho más antigua que los Andes; aparece como un remanente de la cadena montañosa transversal de la cual son parte los Andes de Venezuela y probablemente terminaba en el mar Caribe más allá de las Islas Leeward, por lo tanto su avifauna tiene más estrecha relación con los Andes venezolanos que con los colombianos. Describen la geografía, otros factores físicos, enumeran las exploraciones ornitológicas y agregan una bibliografía excelente.

Cory, Hellmayr y Conover, desde 1918 hasta 1942 en las 15 entregas del "Catalogue of Birds of the Americas and the Adjacent Islands in Field Museum of Natural History", Chicago, compilaron las localidades y la mayor parte de la sinonimia que atañen a nuestras aves.

Swann (1924-1945) en "A Monograph of the Birds of Prey" trató rapaces colombianas, lo cual ha prestado una valiosa ayuda a nuestra identificación en dicho grupo.

Darlington (1931) dio a conocer "Notas on Birds from Riofrío (near Santa Marta), Magdalena, Colombia".

Murphy (1936) en "Oceanic Birds of South America" facilitó el estudio de nuestras aves marinas.

Bond (1938) catalogó 10 aves de Malpelo y dio la descripción geográfica y faunística de la isla.

Peters desde 1931 en "Check-List of Birds of the World" estuvo colaborando al conocimiento de la distribución de la avifauna colombiana; de los 15 volúmenes que había ideado, tan solo publicó 7. Myer, Greenway, Amadon, Blake, Moreau, Vaurie, Paynter y Ripley han continuado la publicación después de la muerte de Peters acaecida el 19 de abril de 1952.

La "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales", cuyo primer número salió en los últimos meses de 1936, ha prestado un valioso apoyo a los estudios de nuestra ornitología. Empezando con el número 8, 1938-1939, en dos partes, la última en varias entregas, y terminado en el número 13, 1940, Armando Dugand publicó "Aves de la Región Magdaleno-Caribe" sobre material coleccionado por el mismo autor y ejemplares de instituciones educativas de Barranquilla. Es una obra de gran mérito; incluye vocabulario alfabético de términos científicos, clave para órdenes y subórdenes, la descripción, en parte ilustrada a pluma, de las especies y subespecies tratadas con los nombres científicos precediendo a los vulgares y la zoogeografía de la región. En la misma revista y en los primeros números, el "Vocabulario de términos vulgares en historia natural colombiana" por el Hno. Apolinar María, informa sobre muchas especies aviarias.

El Doctor Enrique Pérez Arbeláez fundó el Instituto Botánico que en 1940 se llamó Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, Bogotá, y en él se inició la Colección de Ornitología sobre la cual comenzaron a trabajar Dugand y Lehmann con monografías artísticamente ilustradas que publicaron en la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Luego el Instituto de Ciencias Naturales fundó la revista Caldasia; su primer número data del 20 de diciembre de 1940 y en ella aparecieron artículos sobre nuestra avifauna así:

Dugand (1941) trató, con el título de "Adiciones a la lista de aves conocidas en Colombia", 20 especies de las cuales unas doce se señalaban por primera vez en este país, y obtenidas por Lehmann, Jefe de Ornitología del Instituto de Ciencias Naturales. En 1943, en varios artículos se dieron a conocer los estudios, resultado de las nuevas adquisiciones para la colección de Ornitología, en especial las rapaces tratadas por Lehmann y 2 nuevas subespecies, una pequeña lora (*Aratinga pertinax lehmanni*) y una perdiz de la Sabana de Bogotá (*Colinus cristatus bogotensis*) descritas por Dugand. En los números siguientes desde el 11, 1944 hasta el 22, 1948 se editaron entre otros: "Hallazgo de *Micrastur plumbeus* en Colombia", "Notas ornitológicas colombianas" (varias entregas); "Notas sobre aves de Colombia" en tres partes, con relación a los Santanderes, Tolima, Cundinamarca y Meta; "Aves migratorias en la Sabana de Bogotá", "A New Species of Duck from Central Colombia", "Aves de la ribera colombiana del Amazonas"; "El *Status* geográfico de las aves de Maipures (Colombia)"; "Aves marinas de Colombia"; "Colombian Birds Collected by Brother Nicéforo"; "Aves del Departamento del Atlántico, Colombia"; "Aves de la confluencia del Caquetá y Orteguaza (Base Aérea de Tres Esquinas), Colombia" y "Aves de la Ribera Colombiana del río Negro (frontera de Colombia y Venezuela)", de los autores Nicéforo María, Wetmore, Dugand, Lehmann, Borrero, Phelps y Friedmann.

Pero no solo se daban a conocer por estos años nuestras aves en las ediciones de Caldasia, pues la Revista de la Universidad del Cauca, Nº 6, 1945 publicó "Rapaces Colombianas Subfamilia Buteoninae", de Lehmann quien por entonces era director del Museo de dicha Universidad. Varias instituciones norteamericanas que se interesaban por nuestra avifauna intercalaban trabajos como el de Wetmore, 1946 "New Birds from Colombia" con material obtenido en el Magdalena y Guajira y enviado al Museo Nacional de los Estados Unidos, donde ya existían grandes colecciones colombianas; describió varias especies y subespecies.

Miller (1947) con "The Tropical Avifauna of the Upper Magdalena Valley, Colombia" y luego en 1952 con el suplemento dio a conocer sus propias experiencias sobre la avifauna de la región; es un estudio de

alto valor ornitogeográfico y ecológico desde que el mismo autor estudió la región y coleccionó el material.

De Schauensee en "The Birds of the Republic of Colombia", Nos. 22, 1948 al 26, 1952 de Caldasia presentó el catálogo de las especies y subespecies cuya existencia había sido comprobada, con la distribución geográfica aun fuera de Colombia del ave en referencia y la lista de las distintas localidades donde se habían obtenido ejemplares de ella. Cada familia está acompañada de la clave de las especies y en algunos casos de las subespecies. Precede al catálogo una sinopsis geográfica del país con los caracteres de la vegetación; un bosquejo de las 4 zonas bióticas, según el concepto y terminología de Chapman, y el esbozo de las principales regiones avifáunicas: Pacífico-Colombiana, Caribe, Montañosa de Santa Marta, Montañosa Central Colombiana, Catatumbo y Llanos Orientales.

Según la lista comparativa de las familias con sus especies y subespecies que habitan en Colombia y el Brasil, nuestro país representaba a esa fecha 84 familias y el Brasil 87; Colombia 2.327 especies y subespecies, el Brasil 2.299. El recuento de géneros y especies colombianos marca 655 para aquéllos y 1.474 para éstas. Agrega una bibliografía de estudios posteriores a la clásica obra de Chapman; finalmente una lista alfabética descriptiva de 660 localidades del territorio colombiano visitadas por coleccionadores de aves.

En el número 26, 1952, con el subtítulo de "Addenda and Corrigenda", anota lo recopilado en Colombia desde la publicación de las primeras entregas hasta 1959, y compara la avifauna colombiana con la del Nuevo Mundo, a éste le asigna 8.896 subespecies, 4.227 especies, 1.311 géneros y 114 familias; a Colombia, 2.558 subespecies o sea el 28% de las del Nuevo Mundo; 1.532 especies, el 36%; 670 géneros, el 51% y 86 familias el 75%. Para hacer resaltar la riqueza colombiana dice que Norte América exhibe 760 especies, 354 géneros y 73 familias. Precede a la adenda la descripción de 114 localidades nuevas.

Para la preparación de su obra, de Schaunesee empleó en su mayor parte como referencia de material las grandes colecciones de aves colombianas depositadas en la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia y hechas por Kjell von Sneidern desde 1938: 12.500 especímenes de varias regiones colombianas; además, las obtenidas por Carriker, Jr. de 1913 a 1918; 2.600 pieles de la región de Santa Marta, Chocó, Norte de Santander, Boyacá, y Valle del Cauca; también consultó las series de otras instituciones de los Estados Unidos. De no menor importancia le fue la información suministrada por Dugand sobre la Colección Ornitológica del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional, que por ese tiempo (31 julio de 1948) contaba con 3.987 especímenes representantes de 975 especies y subespecies y 77 familias, con material principalmente de la Sabana de Bogotá, ambas vertientes de los Andes Orientales en Cundinamarca, de los llanos del Meta y del Tolima, la costa del Caribe, parte de las regiones del Amazonas, Caquetá, Vaupés, Popayán desde los Andes Occidentales hasta los Centrales, el Valle del Cauca y la costa del Pacífico. Nicéforo María le colaboró con datos nuevos y el envío de ejemplares de los Santanderes y Meta, pertenecientes al Museo del Instituto de La Salle, Bogotá.

Mientras de Schauensee publicaba "The Birds of the Republic of Colombia" se comenzó a editar "Lozania" en el Instituto de Ciencias Naturales; el primer número data del 22 de mayo de 1952; hasta diciembre de 1959 salieron 12 números con trabajos sobre aves colombianas; autores: Borrero, Dugand, Blake, Hernández, Haffer y Olivares. En Caldasia Nos. 27, 1953 al 37, 1958 hicieron su aparición 11 artículos ornitológicos firmados por Borrero, Nicéforo María, Hernández, Miller y Olivares con avifaunas regionales sobre Soatá (Boyacá), Mitú (Vaupés), Guapi (Cauca); se dilucidaron problemas taxonómicos, se presentaron interesantes datos ecológicos como los de Miller en "Reproductive Periods in Birds Near the Equator" sobre el copetón (*Zonotrichia capensis*); y se presentaron novedades en especies y subespecies, de estas últimas unas nuevas para la ciencia en general, otras tan solo para Colombia. Publicaciones del mismo tipo se dieron a conocer por este tiempo en "Novedades Colombianas", órgano del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, Popayán, con Sneidern, Carriker y Lehmann como autores. En los "Anales de la Sociedad de Biología de Bogotá", 1957, Borrero y Hernández presentaron el "Informe preliminar sobre aves y mamíferos de Santander, Colombia". En "Fieldiana Zoology", órgano del Museo de Historia Natural de Chicago, Blake, 1955 publicó "A Collection of Colombian Game Birds"; Wetmore y Phelps, ya en asocio ya separadamente, informaron de 1953 a 1958 sobre estudios concernientes a las aves colombianas en "Proceedings of the Biological Society of Washington" y en "Smithsonian Miscellaneous Collections".

Todo lo anotado arriba desde los primeros números de Lozania colaboró a de Schauensee en la preparación de "Additions to the Birds of the Republic of Colombia", editado por "Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia", Vol. CXI, diciembre 25, 1959. A esta fecha se levanta la avifauna colombiana a 87 familias, 674 géneros, 1.550 especies y 2.641 subespecies, lo que significa en cuanto a familias el 52.9% de las 166 mundiales; el 23.2% de los 2.900 géneros; el 16.9% de las 9.126 especies y el 10.2% de las 25.897 subespecies de aves conocidas en el universo. Téngase presente que Colombia tiene solo aproximadamente el 0.8% de la superficie total del globo.

Desde 1960 se han dado a conocer trabajos en "Caldasia" en el siguiente orden: "Algunas aves de Gaitania", 1960, de Olivares, con el cual se amplió el conocimiento de la avifauna por primera vez estudiada de la hoya del alto río Magdalena en la zona de la vertiente oriental de los Andes Centrales; se tratan 50 especies y subespecies, en la mayoría silvícolas que han encontrado un ambiente propicio en los cafetales establecidos por el año 1956 cuando se hizo la colección.

Borrero (1960) en "Notas sobre las aves de la Amazonia y Orinoquia Colombianas"; por el reciente material adquirido de esas regiones rectificó algunos puntos de taxonomía y distribución.

Borrero, Olivares y Hernández (1962) con "Notas sobre Aves de Colombia", presentaron una serie de observaciones de índole zoogeográfica y taxonómica sobre el Valle del Magdalena en los departamentos de Santander, Cundinamarca y Tolima con observaciones etológicas del guácharo (*Steatornis caripensis*).

Olivares (1964) en "Adiciones a las aves de la comisaría del Vaupés (Colombia), II", amplió los conoci-

mientos de lo hasta entonces conocido del Vaupés en la región limítrofe con el Brasil sobre una colección de 519 ejemplares obtenidos en 1961 en los alrededores de Mitú, Sabanas del Cubiyú y las selvas de los Caños Cubiyú y Negro; de las sabanas y caños dio una descripción geográfica y ecológica. Se trataron 77 especies y subespecies de las cuales 57 resultaron nuevas para el Vaupés, 2 subespecies se registraron por primera vez en la región cisandina colombiana; de una se corroboró su existencia en la comisaría y 2 géneros y 5 especies y subespecies salieron nuevos para el territorio colombiano.

"Novedades Colombianas", 1959, editó su número 4 que al parecer no llegó a de Schauensee antes de sus adiciones a las aves de Colombia, 1959. En dicho número de Novedades se encuentra lo siguiente: "Contribuciones al estudio de la Fauna de Colombia XIV"; "New Records of Rare Birds from Nariño and Cauca and Notes on Others", "A New Race of *Saltator albicollis* from Venezuela and Adjacent Colombia", autores, Lehmann, Carriker y Parkes sucesivamente. Son estudios que no solo se limitan a la parte sistemática, a dar las localidades de recolección del material sino que presentan interesante información ecológica y etológica. Agregaron en 1960, Nº 5, trabajos de la misma índole, Miller, Amadon, Borrero, Lehmann y Haffer con "Additional Data, on the Distribution of Some Colombian Birds", "Notes on the Genus *Chondrohierax*", "Notas sobre *Schizoeaca fuliginosa* y descripción de una nueva subespecie", "Notas sobre *Buteo albigula Philippi*", "Contribuciones al estudio de la fauna de Colombia XV", "Hallazgo de una colonia de *Ardea cocoi* Linneo en el Valle del Cauca". Y continuaron "Novedades Colombianas" en 1961, Nº 6 con "Remarks on the Genus *Buteogallus*", "Variation in the Short-Eared Owls of Northern South America", "Notas sobre la Avifauna de la península de la Guajira", "A New Subspecies of Woodpecker from Northern Colombia", "Notas sobre las aves 'del Centro' en el Valle medio del río Magdalena-Colombia", "Dos nuevas garzas para Colombia", "Notas sobre aves colombianas", "Notas sobre aves de Colombia y descripción de una nueva subespecie de *Forpus conspicillatus*"; autores, Amadon, Blake, Haffer, Boggs, Olivares y Hernández, Borrero y Borrero y Hernández.

"The Cóndor", órgano de la Sociedad Ornitológica Cooper en 1959, con "Observations on the Cattle Egret in Colombia", interesó a los admiradores de las garzas con los estudios ecológicos de Lehmann sobre la garcita blanca (*Bubulcus ibis*) que hace unos 40 años se estableció en el Nuevo Mundo habiendo emigrado del Antiguo. En 1960 editó "A Blakish Race of the Gray Seedeater of Northern South America" por Miller; se describe una nueva subespecie colombiana. De nuestro gorrión (*Zonotrichia capensis*) se dieron a conocer los cambios de plumaje en el maravilloso estudio de Miller, 1961 con "Molt Cycles in Equatorial Andean Sparrows".

"Fieldiana Zoology", 1961, publicó de Blake "Notes on a Collection of Birds from Northeastern Colombia", sobre 1.279 ejemplares capturados en Arauca y sitios adyacentes de Boyacá; se presentaron de esta región del país 279 formas de las cuales 111 son propiamente del noreste colombiano y varias nuevas para Colombia. En 1962, con "Birds of the Sierra Macarena, Eastern Colombia" por Blake, con 1.100 ejemplares coleccionados en 1957 y sobre otras series de la región ganadas por Gilliard y Don Caster, se catalogan 315 especies; de estas 68 son nuevas para el Meta y cuatro nuevas para Colombia. Se comenta que hasta esa fecha, de la Macarena se conocían 350 especies, por lo menos el 60% de la potencialidad del área. Pero recuérdese que solo se había explorado la parte norte de la Sierra; la del sur se dio a conocer, a fines de 1962.

La "Revista de Biología Tropical, Universidad de Costa Rica", 1962 brindó sus páginas para "Aves de la Comisaría del Vaupés (Colombia)" por Olivares y Hernández, cuyo material fue coleccionado por el autor senior en 1960 en los alrededores de Mitú; se anotaron 100 especies; la mayoría llenó un vacío al extendérsele su distribución conocida en Colombia desde la zona inmediata al Piedemonte Andino y aun desde la región trasandina a la hoya hidrográfica del río Vaupés, haciendo resaltar la estrecha afinidad de la avifauna del oriente colombiano con aquella de la área vecina del Brasil.

La "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias", 1962, con "Aves de la región sur de la Sierra de la Macarena, Meta, Colombia", de Olivares, amplió lo conocido de La Macarena norte con este estudio del sur de la Sierra sobre un total de 551 especímenes representantes de 18 órdenes, 52 familias, 161 géneros y 204 especies y subespecies coleccionadas por el autor, desde el 10 de enero al 18 de marzo de 1959, en una área aproximadamente de 40 kilómetros de longitud por 20 de anchura. Se atiende tanto a la sistemática como a la ecología de las especies; se registran una subespecie de gorrión nueva para Colombia (*Zonotrichia capensis roraimae*) y varias especies para la región cisandina; se dan, acompañando al nombre científico, los regionales tomados de la ya casi extinguida tribu de los Tiniguas y una detallada descripción geográfica y ecológica de la región. En 1963 con "Monografía del Cóndor" por Olivares, se deja consignada la historia de esta ave, ya casi extinguida en nuestro país. En 1964 en "Adiciones a las aves de la Comisaría del Vaupés (Colombia), I", de Olivares, se anotaron 84 especies y subespecies de las cuales solo se habían registrado en la región 11, en su mayoría por una o dos capturas; resultaron dos especies nuevas para Colombia una de ellas migratoria del hemisferio austral. El material corresponde a San José del Guaviare y Mitú; se presentó una descripción geográfica y ecológica de San José del Guaviare.

En "Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales", Nº 106, 1963, con "Notas sobre aves de los Andes Orientales en Boyacá" por Olivares, en una colección con 80 especies del municipio de Miraflores adquirida en 1960 y 1961 se dilucidan puntos taxonómicos y se agregan algunos datos ecológicos.

Nicéforo María y Olivares en "Adiciones a la Avifauna Colombiana" se han propuesto anotar los registros aviarios posteriores a de Schauensee (1948-1952) basándose en el material del Instituto de Ciencias Naturales, y del Museo del Instituto de La Salle, Bogotá; citando, además, los de la literatura reciente, haciendo caso omiso de registros visuales y dando la descripción de localidades desconocidas en la literatura donde en los últimos años se han coleccionado aves, por ejemplo, Islas del Rosario (Mar Caribe). La primera de las seis entregas preparadas salió a fines de 1964.

Los últimos adelantos en los estudios de la avifauna colombiana y expuestos en las publicaciones desde fines de 1959 a esta fecha, se deben en buena parte y directamente a la labor del Museo del Historia Natural de Chicago, por sus grandes colecciones colombianas recientemente adquiridas; al museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, al Museo de La Salle de Bogotá cuyo director Hno. Nicéforo María, ha obtenido bastante material en varias regiones del país. A la División Ornitológica del Instituto de Ciencias Naturales, que con sus últimas expediciones al Catatumbo, Vaupés, Caquetá, Putumayo, Amazonas y alrededores de la Sabana de Bogotá, ha enriquecido las series y los conocimientos de la vida aviaria. Su progreso se aprecia al considerar que el 11 de mayo de 1953 contaba 5.546 ejemplares de 1.135 especies y subespecies; al presente, según recuento de Olivares, jefe de la División, enumera 16.700 ejemplares representantes de 85 familias (de las 88 registradas en Colombia tan solo carece de Phaethontidae, Stercorariidae y Oxyruncidae); 540 géneros, 1.180 especies, de las cuales 346 son monotípicas, 1.470 subespecies, total de especies y subespecies colombianas: 1.813; además de colecciones de esqueletos, partes blandas, huevos, nidos y ejemplares montados de pública exhibición. También cuenta con 107 ejemplares europeos y norteamericanos de especies no registradas en Colombia y 120 ejemplares de países circunvecinos.

En una u otra manera y desde largo tiempo atrás han coadyuvado a la ornitología las colecciones de aves de exhibición de los museos del Colegio Biffi, Barranquilla; de Historia Natural del Colegio del Sagrado Corazón, Cúcuta; de Ciencias Naturales del Colegio de San José, Medellín; de Ciencias Naturales "Francisco A. Mejía", Universidad de Antioquia; en cuanto a este último se encuentra relación en el trabajo sobre aves antioqueñas por Tabares: "Esbozo de la avifauna departamental", "Revista Universidad de Antioquia", en varias entregas y en el pasado decenio.

Como fruto de las últimas expediciones de estudio y colección con sus correspondientes publicaciones ha aumentado lo conocido de la avifauna colombiana en 4 géneros, 16 especies y 29 subespecies; con 8 especies más y 10 subespecies que están en vía de publicación, Colombia, que muy posiblemente es el país más rico en aves del mundo, cuenta con 678 géneros, 1.574 especies y 2.680 subespecies de las cuales 190 son migratorias en todo el territorio colombiano.

De las especies de aves que viven en nuestro país muy pocas son cosmopolitas como la garza blanca real (*Casmerodius albus*) habitante del Antiguo y Nuevo Mundo. La gran mayoría son *eurictonas* porque ocupan más o menos porciones dilatadas en el continente nuevo, de ahí que, fuera de 1.028 especies y subespecies, las descripciones originales de aves registradas en Colombia, hayan sido hechas en otros países; nada más común que el gallinazo (*Coragyps atratus* Bechstein, 1793) y su localidad típica está en Florida, Estados Unidos de Norte América; el toche (*Icterus chrysater* Lesson, 1844) la tiene en México; el tente (*Psophia crepitans* Linneo, 1758), en Cayena; la más grande de nuestras pavas, (*Penelope jacquaçu* Spix, 1825), en el Brasil; la paloma más común para nuestros cazadores (*Zenaida auriculata* Des Murs, 1847), en las provincias centrales de Chile.

En cuanto ha sido posible investigar hay tres géneros, que solo habitan en Colombia, ejemplo de endemismo: *Anthocephala,* un colibrí; su especie *floriceps* a la vez tiene la subespecie *berlepschi,* habitante de la sección central de la ladera oriental de los Andes Centrales; se ha coleccionado en Ibagué y el Río Toche; la subespecie nominada se conoce de las montañas de la región de Santa Marta entre los 600 a 1.700 metros. *Pseudodacnis,* un tráupido con la especie *hartlaubi,* conocida del valle del Dagua. E *Hypopyrrhus,* un turpial cuya especie *pyrohypogaster* está localmente distribuída en la zona subtropical; no se ha registrado de las regiones de Santa Marta y Nariño. Tratándose de especies propiamente colombianas, se cuentan 70, a las cuales también se les aplica el calificativo de *estenóctonas* por ser restringida su área de distribución; así, un ruiseñor *Cistothorus apolinari* que vive en las zonas frías y páramos en los Andes Orientales; se le ha encontrado en el páramo de Sumapaz (Lagunas del Chisacal) y en la Sabana de Bogotá.

A todo lo expuesto falta agregar las aves verdaderamente insulares como son las del Archipiélago de San Andrés y Providencia; Bond (1950) dio a conocer su avifauna y le anota 54 especies y subespecies, así: 8 de aves marinas, que anidan en su mayor parte en los Callos de Roncador y los Bancos de Serranía y Serranilla; 19 residentes permanentes, de éstas es abundante una garcita (*Butorides virescens maculatus*), y más o menos comunes las palomas (Columbidae), un papamosca (*Elaenia martinica cinerascens*), los vireos (Vireonidae) las parúlidas (Parulidae), un turpial (*Icterus leucopteryx lawrencii*) y el jilguero (*Tiaris bicolor grandior*). Finalmente, agrega 37 migratorias procedentes de Norte América. Entre las marinas hay 2 registradas en el continente; de las residentes 2 y de las migratorias 9. Entonces de la avifauna del archipiélago debieran agregarse 41 especies y subespecies al número de las aves reconocidas en territorio colombiano, pero las especies de San Andrés y Providencia son más afines a la avifauna de las Indias Occidentales que a la del noroeste de Sur América. Probablemente el primer estudio sobre el Archipiélago es el de Ridgway (1884) sobre una colección aviaria obtenida del 4 al 9 de abril del mismo año por J. E. Benedict y W. Nye.

Las avifaunas de las islas Gorgona y Malpelo ya se han tratado con las continentales.

Las aves más abundantes en el territorio colombiano o que se encuentran con más frecuencia en los diferentes habitats son: las garzas (Ardeidae con 21 especies), los patos (Anatidae con 22), las águilas (Accipitridae con 47), los halcones y caracaras (Falconidae con 17); paujiles y pavas (Cracidae con 23), las gallinetas acuáticas (Rallidae con 26), los chorlos (Scolopacidae con 22), las palomas (Columbidae con 29), las guacamayas, loros y periquitos (Psittacidae con 52), los buhos (Strigidae con 19), las gallinaciegas (Caprimulgidae con 19), los colibríes (Trochilidae con 134), los tucanes (Ramphastidae con 22), los carpinteros (Picidae con 34), los horneros (Furnariidae con 66), los hormigueros (Formicariidae con 122), las cotingas (Cotingidae con 45), los tiranos o papamoscas (Tyrannidae con 155), las golondrinas (Hirundinidae con 15), las tanagras o tángaras (Thraupidae con 120), turpiales (Icteridae con 36), los pinzones, jilgueros y chisgas (Fringillidae con 77).

Entre las aves más grandes, en Colombia figuran por su volumen el cóndor (*Vultur gryphus*), el garzón sol-

dado por su altura (*Jabiru mycteria*); las más pequeñas son ciertos colibríes (Trochilidae) y un tiránido o papamosca (*Myiornis ecaudatus miserabilis*).

Nuestras aves no se han utilizado con fines verdaderamente productivos, económicos. Desde tiempos inmemoriales los indígenas mantuvieron aves cautivas para lujo de sus habitaciones, como tucanes (Ramphastidae), paujiles y pavas (Cracidae), tentes (Psophidae), guacamayas y loros (Psittacidae) y canoras como el arrendajo (Icteridae), entre otras. Esta costumbre se ha mantenido próspera hasta nuestros días; pero no se domestican especies con el fin de aumentarlas y aprovecharse de ellas en grande escala. Debieran figurar en la economía colombiana los tinamúes (Tinamidae), los paujiles y pavas (Cracidae) por su deliciosa y abundante carne; loros (Psittacidae), tángaras (Thraupidae), turpiales (Icteridae), y jilgueros (Fringillidae) como aves ornamentales y canoras; pero se les aprovecha solo como aves de caza, se les destruye absurdamente; ya los tinamúes son raros y siendo aves de selva, sin duda cuando se establece una colonización, allí desaparecen debido al cambio del medio ambiente y la persecución de que son víctimas.

Entre las obras que tienen referencias a nuestras aves o que deben consultarse por la afinidad de sus avifaunas con la nuestra, ya sea por taxonomía o ecología, se destacan: "The Distribution of Bird-Life in Ecuador" por Chapman, publicación de 1926; "Fiel Book of the Canal Zone", Sturges, 1928; "Studies on Peruvian Birds", Zimmer, 1931; "Catalogo das Aves do Brasil", Oliveira Pinto, 1938, 1944; "Las aves de Chile su conocimiento y sus costumbres", Goodall *et al.*, 1951; "Manual de las aves de El Salvador", Rand y Traylor, 1954; "Check-List of the Birds of the West Indies", Bond, 1950. Los estudios de Wetmore: "The Birds of San José and Pedro González Islands, Republic of Panamá", 1946; "The Birds of Isla Coiba, Panama", 1957; "A Classification for the Birds of the World", 1960 y "Systematic Notes Concerned with the Avifauna of Panamá", 1962. "Lista de Aves de Venezuela" Phelps y Phelps, Jr. 1950, 1958, 1963; "Life Histories of Central American Birds", Skutch, 1954, 1960, "The Birds of Costa Rica, Distribution and Ecology", Slud, 1964.

Las ciencias auxiliares de la sistemática moderna ya empezaron sus actividades en aves colombianas, así lo demuestran las investigaciones que se enumeran a continuación:

Miller (1963) en "University of California Publications in Zoology" con su magnífico trabajo "Seasonal Activity and Ecology of the Avifauna of an American Equatorian Cloud Forest" agregó el mejor estudio de ecología colombiana referente a la reproducción de varias aves de los Andes Occidentales en la estación San Antonio (3½°N.) y efectuado desde febrero de 1958 a enero de 1959; observó 167 especies. Hay urgencia de esta clase de estudios en Colombia donde ya casi se conocen todas sus especies de aves por sus nombres, pero no se sabe cómo viven.

En parasitología, Carriker, Jr. en los tres últimos decenios ha difundido sus estudios sobre *Mallophaga,* insectos que afectan la piel y plumaje de las aves; en parte estos parásitos han sido capturados en aves de nuestro territorio.

En virología, el Instituto Carlos Finlay en Bogotá y la Universidad del Valle en Cali se han propuesto investigar las enfermedades transmisibles al hombre por intermedio de las aves.

En genética, se están adelantando estudios con material colombiano de las familias Opisthocomidae y Cuculidae en la Universidad de California en Davis.

La División de Ornitología del Instituto de Ciencias Naturales ha enviado últimamente a la Universidad de Cornell, Ithaca muestras de clara de huevo de varias especies de aves colombianas para colaborar a los estudios emprendidos por Sibley sobre las proteínas de la clara de huevo de las aves en su valor sistemático y su herencia.

En Paleontología, Miller, 1953 con "A Fossil Hoatzin from the Miocene of Colombia" describe la primera y única ave fósil conocida en nuestro país (*Hoazinoides magdalenae*) y descubierta en el alto Magdalena (Villavieja, Huila).

Como manual o guía de campo, de Schauensee, 1964 dio a conocer "The Birds of Colombia", maravillosa obra que describe todas las especies conocidas en el país y muchas de las subespecies.

Ante todo urge el conocimiento de la ecología, tan solicitado por la sistemática moderna en la resolución de muchos problemas. También es de suma importancia para enseñar a nuestros compatriotas los diversos métodos que se deben emplear en la protección de las especies y en el cultivo de algunas de ellas. Por el conocimiento y aprecio de nuestros seres alados se pondrán los medios más eficaces para detener la terrible persecución emprendida contra especies que hoy son raras y marchan velozmente a su extinción; baste decir que el cóndor (*Vultur gryphus*) solo por una casualidad se le observa en la cima de nuestros Andes. La paloma torcaz (*Columba fasciata*) que se veía en grandes bandadas en los bosques de las laderas de la Sabana de Bogotá, ha disminuído considerablemente, y en peores circunstancias se encuentran especies de mayor tamaño que se cazan para comerlas.

El conocimiento de las poblaciones aviarias en lo concerniente a densidad, habitats, alimentos, reproducción, canto, migración local, relaciones interespecíficas e intraespecíficas es de gran utilidad para la preservación de las aves. La expansión de los terrenos agrícolas conlleva la modificación del medio ambiente natural, por ello deben conservarse áreas pequeñas de vegetación natural o por lo menos, algunos árboles a manera de rompevientos en los cultivos. Los árboles son indispensables para la nidación y alimento.

En favor de la protección de nuestras aves es muy grato el apuntar que Colombia se está corvirtiendo en un centro turístico de extranjeros, observadores de aves, quienes las aprecian por su belleza, su canto, su gracia y su modo de vivir. Debemos convencernos que las aves son seres vitales para la supervivencia del hombre, pues son ellas el principal agente de control de las plagas que arruinan los cultivos. Los bioeconomistas están de acuerdo en afirmar que sin las aves la tierra virtualmente sería inhabitable para el hombre.

BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

CHAPMAN, Frank Michler
1917 "The Distribution of Birds-Life in Colombia; a Contribution to a Biological Survey of South America". Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., *36,* pp. I-X, 1-729, figs. 1-21, pls. I-XLI.

CORY, Charles Barney, Charles Eduard HELLMAYR y Boardman CONOVER
1918-1949 "Catalogue of Birds of the Americas and the Adjacent Islands in Field Museum of Natural History". Field Mus. Nat. Hist. Publ. Zoological Series, *13,* partes I-XI.

DE SCHAUENSEE, Rodolphe Meyer
1948-1952 "The Birds of the Republic of Colombia...". Caldasia, Nos. 22-26.
1959 "Additions to the 'Birds of the Republic of Colombia' ". Proc. Acad. Nat. Sc. Phila., *111*: 53-75.

NICEFORO-MARIA, Hermano y Antonio OLIVARES, O.F.M.
1964 "Adiciones a la avifauna colombiana, I". Boletín del Instituto de La Salle, Bogotá, Nº 204.

OLIVARES, Antonio, O.F.M.
1959 "Aves migratorias en Colombia". Rev. Acad. Colomb. Cien... *10* (41): 341-442.

PALMER, Theodor Sherman
1918 "Goudot's Explorations in Colombia". Auk, *35* (2): 240-241.

PETERS, James Lee *et al.*
1931-1964 "Check List of Birds of the World". Vols. I-XV. Harvard Univ. Press.

SCLATER, Philip Lutley
1855 "On Birds Received in Collections from Santa Fé di [*sic*] Bogotá". Proc. Zool. Soc., pp. 131-164.

SHARPE, Richard Bowdler *et al.*
1874-1896 "Catalogue of the Birds in the British Museum". Vols. I-XXVII.

TODD, Walter Edmond Clyde y Melbourne Armstrong CARRIKER, Jr.
1922 "The Birds of Santa Marta Region of Colombia; a Study in Altitudinal Variation". Ann. Carnegie Mus., *14,* pp. I-VII, 1-611, pls. I-IX, figs. 1-9.

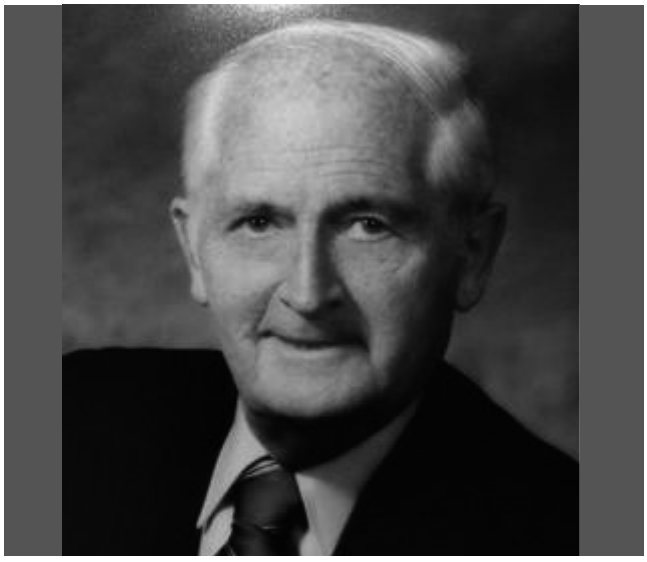
WETMORE, Alexander
1960 "A Classification for the Birds of the World". Smithsonian Misc. Coll., *139* (11): 1-37.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):373-381, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.579

Venenos de flecha de Colombia

Kalman Mezey

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1947, 7 (27): 319-323.



Kalman Mezey (1909-2007)

El doctor Mezey nació en Nagyvárad (Hungría); estudió medicina en la Universidad de Basilea, especializándose en Medicina Interna y Farmacología, allí y en Viena. Fue profesor desde 1941 de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá, así como del Departamento de Farmacia de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia.

Se interesó por los efectos farmacológicos de plantas colombianas en humanos y animales, especialmente por sus efectos cardiovasculares, diuréticos y alucinogénicos, entre otros. Plantas como digital (*Digitalis purpurea*), *Berberis* spp., bejuco blanco (*Vitis tiliifolia),* yopo (*Anadenanthera peregrina)* y pacurú-niaara (*Ogcodeia ternstroemiiflora*) fueron de su interés experimental, asi como el exudado de la rana Co-Coi.

Además de su actividad académica, también tuvo vínculos con la industria farmacéutica en Laboratorios CUP (Colombia) y en Merck Sharp & Dohme (EEUU), donde fue director de investigación clínica. Después de muchos años en Colombia, se vinculó a la New Jersey Medical School (EEUU), en la cual continuó su actividad científica.

Información suplementaria disponible en: http://www.legacy.com/obituaries/nytimes/obituary.aspx?n=kalman-mezey&pid=97037256

Se describen en el artículo los aspectos farmacodinámicos experimentales de extractos obtenidos de la secreción de la corteza del árbol conocido como pacurú-niaara (árbol venenoso) por los catíos (*Ogcodeia ternstroemiiflora*, Moraceae), asi como de la piel de una pequeña rana llamada la rana cocoi que posiblemente sea una *Phyllobates,* utilizadas entonces por algunas tribus del Chocó para impregnar flechas y dardos, destinadas a las cacerías.

El autor analiza los efectos tóxicos de esos extractos en perro, gatos y conejos a dosis extremadamente bajas y detecta fuertes respuestas fisiológicas diferenciales a nivel del sistema nervioso central y del cardiovascular, tales como vómito, diarrea, cambios en la presión sanguínea y bradicardia, entre otras. En cuanto al extracto de la rana, se presentaron otros síntomas como pérdida del equilibrio e hinchazón del abdomen. De todas maneras, se demostró a través de dichos experimentos que el órgano blanco principal era el corazón, aunque éste era un tanto difuso en el caso del venero de rana: no hubo ninguna similitud con el mecanismo de acción del curare.

Estos fueron los primeros intentos para estudiar científicamente nuestra rica biodiversidad−aplicada a la etnomedicina, los cuales, por desgracia, no lograron concretarse en nuestro contexto científico. Además, en el caso de la rana Co-Coi, este artículo ha sido un referente mundial, que favoreció el posterior aislamiento y determinación de la actividad cardiotóxica de los esteroides presentes en dicho veneno, como la batracotoxina.

Si bien esas sustancias como tales no son medicamentos, sus mecanismos de acción permitieron conocer el funcionamiento de la bioquímica celular, a través de los cuales es posible diseñar nuevas drogas. Como bien lo dice el Dr. Mezey "*el veneno de ayer es el medicamento del mañana*"

Luis Fernando Echeverri, Ph.D.
Miembro Correspondiente

VENENOS DE FLECHA DE COLOMBIA

(TRABAJO PRESENTADO AL PRIMER CONGRESO INTERAMERICANO DE MEDICINA, RIO DE JANEIRO 1946)

KALMAN MEZEY
Profesor de la Facultad de Medicina de la Universidad Javeriana
y Director del Departamento de Investigaciones del Laboratorio CUP.

El veneno de ayer es el
medicamento de mañana.

El hombre primitivo en la lucha por su existencia —sea para defenderse de sus agresores o bien para conseguir su alimento— acudió a su intelecto para imponerse a la fuerza del ambiente. Posiblemente así nació la primera "arma química" de la historia: el veneno de flecha.

Definimos un veneno como cualquier agente químico capaz de alterar la integridad anatomo-histológica o el funcionamiento fisiológico de las células, tejidos, órganos o sistemas del ser vivo. Si quisiéramos interpretar la palabra "droga" llegaríamos a la misma definición; sólo que el intento perseguido con las drogas es el de que su actividad se dirija en sentido contrario, es decir: cambiar lo patológico en fisiológico. En efecto, las drogas más poderosas y más eficaces de nuestro arsenal terapéutico actual, por ejemplo la estricnina, el arsénico, la atropina y tantos otros son al mismo tiempo los venenos más temidos. Además, hay un aspecto cuantitativo en la diferenciación entre droga y veneno; así, la aspirina, conocida como una de las drogas más inocuas, obra como tóxico en dosis de quince a veinte veces superiores a las dosis usuales terapéuticas. Por lo tanto, se puede decir que la diferencia esencial entre un veneno y una droga, resulta de la diferencia en la relación cuantitativa que hay entre el efecto y la dosis empleada para obtenerlo.

Los venenos de flecha presentan uno de los casos más instructivos de la penetración del empirismo en la terapéutica. Recordemos que la veratrina, aconitina, estrofantina, ouabaína, estricnina, veneno de serpientes, la rotenona y últimamente el veneno de flecha de mayor mito, el "curare", comenzaron a emplearse como venenos de flecha de los indígenas de los distintos continentes, y han resultado como drogas indispensables a la terapéutica moderna.

Fue en parte la curiosidad y en parte el interés por la potencia prospectiva de los venenos de flecha, el motivo para que nuestro programa de investigaciones experimentales hiciera ocupar a estas substancias un papel preponderante: dar una orientación sucinta sobre los trabajos relacionados con el primer análisis farmacodinámico de algunos venenos de flecha usados en suelo colombiano. Este es el objeto de la presente comunicación. No aspiramos a presentar un relato completo, ni puede darse por conocida la extensa y aún compleja serie de productos usados por los indígenas; tan solo nos referiremos a trabajos personales adelantados hasta la fecha.

"PACURU NIAARA"

Fue C. Uribe Piedrahita quien en 1920 (1) hizo la primera mención científica de un veneno usado por los indígenas de la tribu de los Catíos de la región de Urabá, Departamento de Antioquia, Colombia, para envenenar los dardos de sus bodoqueras o cerbatanas. C. G. Santesson (2), ignorando la publicación de Uribe describió los efectos principales del veneno y concluyó que posiblemente se trataba de una sustancia cardio-activa. Sin embargo, debido quizás a la escasez de material de que dispuso este autor, no se logró un análisis farmacodinámico del veneno.

En estrecha colaboración (3) con C. Uribe Piedrahita y a base de una larga serie de experimentaciones hechas en el Departamento de Investigaciones Experimentales del Laboratorio *CUP* de Bogotá, con el jugo virgen del árbol *Pacurú Niaara* recolectado por C. Uribe, hemos logrado determinar el mecanismo de acción de este veneno en el organismo animal.

El veneno se saca de la corteza de un árbol de la familia de las *Artocarpóideas,* posiblemente, según C. V. Mortton, de la especie *Ogcodeia ternstroemiiflora.* El jugo se obtiene por incisiones hechas en la corteza en forma espiral, desde la base del tronco hasta arriba; los indígenas lo reciben en un tubo de bambú o en una calabaza pequeña, y luego lo acercan al fuego hasta que el veneno obtiene un color moreno y en este estado lo untan a los dardos.

En los ensayos de toxicidad general hemos visto que la dosis mínima tóxica del jugo virgen es efectiva en perros y por la vía intramuscular, de 0,015 cc. por kg. de peso. El veneno se absorbe con gran rapidez por el tejido muscular. Los efectos más característicos de la intoxicación son: *a)* vómitos repetidos a intervalos de 5 a 10 minutos, los cuales pueden contrarrestarse con barbitúricos; *b)* diarreas; *c)* bradicardia, y *d)* disminución de la frecuencia respiratoria. La dosis mínima letal es de 0.05 cc. por kg. de peso. Las fases finales de la intoxicación se manifiestan por hipodinamia, tambaleo y salivación fuerte. Los conejos y las ratas soportan dosis mayores. Las dosis mínimas letales por la vía oral son 60 veces superiores a las empleadas por vía parenteral, por lo cual suponemos que los jugos digestivos destruyen, o el hígado neutraliza, una gran parte del veneno ingerido.

Los ensayos de farmacodinamia se realizaron en el animal entero (perros, gatos y conejos) y en órganos aislados. En el animal entero el efecto más llamativo del veneno es el gran aumento de la pre-

sión sanguínea que se produce por dosis de 0.003 cc. de jugo por kg. de peso y por vía intravenosa. La presión sanguínea sube en dos a tres minutos después de la inyección a valores de 40 a 60 mm. de Hg. más altos de los que tenía el animal inicialmente. Al mismo tiempo se produce disminución de la frecuencia cardíaca. Estos efectos se mantienen una o dos horas en forma constante.

Dosis un poco más altas, de 0,009 cc./kg. también producen: primero, un ascenso de la presión, pero al cabo de cinco a ocho minutos bruscamente vienen oscilaciones muy grandes, bradicardia fuerte e irregularidad del ritmo; algo semejante a "delirium cordis" que termina con la caída brusca de la presión y muerte del animal. Dosis aún más altas, de 0,1 cc./kg., producen un cuadro más dramático: ascenso brusco y fuerte de la presión, paro respiratorio y caída vertical de la presión sanguínea, todo esto dentro de dos a tres minutos después de la introducción intravenosa del veneno. La segunda fase de la intoxicación recuerda el cuadro de intoxicación que producen los glucósidos cardioactivos de la digital, el estrofanto, la ouabaina etc. Hemos hecho unos ensayos comparativos y en las mismas condiciones de experimentación. Las gráficas números 2, 3, 4 y 5 demuestran en forma clara la semejanza de la acción de la estrofantina, la ouabaina y de un extracto inyectable de la *Digitalis purpúrea* de Bogotá (Folidigal CUP) con el efecto de un extracto purificado de Niaara.

En el caso del *Niaara* posiblemente se trata de un cuerpo cardiotónico con acción muy semejante a la de los cuerpos medicamentosos más potentes en la terapéutica de la debilidad muscular cardíaca. Esta suposición se ha reforzado por el análisis más detenido del mecanismo del efecto hipertensor, con el resultado de que en la verificación del efecto del *Niaara,* éste no se debe a participación del sistema nervioso vegetativo, ya que no se altera ni por atropinación ni por ergotaminación previa del animal. Tampoco se observó alteración del efecto después de la desconexión de las zonas quimio y presorreceptoras del seno carotídeo. Igualmente se produjo el efecto hipertensor en el animal mantenido con respiración artifical, por lo que sospechamos que se trata de un efecto directo sobre el músculo cardíaco. Este efecto se comprobó por ensayos hechos en el corazón aislado de ranas y de sapos, obteniendo una disminución de la frecuencia y un aumento de la amplitud de las contracciones cardíacas (gráfica Nº 6).

En la primera fase de su acción este veneno obra sobre la respiración por disminución de la frecuencia. El efecto corresponde cronológicamente a la fase de ascenso de la presión sanguínea, y puesto que se produce también después de la desconexión de ambos senos carotídeos, se debe, o al aumento de la oxigenación y mayor transporte de CO_2, o a un efecto directo sobre el centro respiratorio. Esta última posibilidad se descarta por el hecho de que la frecuencia respiratoria vuelve en la segunda fase de la intoxicación a su estado original. De manera que nos inclinamos a suponer que la hipopnea se debe más bien al contenido de CO_2, disminuído en el centro respiratorio.

En el intestino aislado el jugo del Niaara obra aumentando el tono y la amplitud de las contracciones peristálticas. En el útero aislado este veneno produce una contracción violenta, una tetanización muy semejante a la que producen los alergenos en el útero de la cobaya sensibilizada. La tetanización producida por el *Niaara* cede solamente después de la eliminación del veneno por varios lavados de la solución en que se suspende la preparación. Tanto en el intestino como en el útero se trata posiblemente de acciones directas del veneno sobre los elementos musculares lisos.

En cuanto a las acciones del veneno sobre los elementos nerviosos motores periféricos y la musculatura estriada, según ensayos hechos en la preparación nervo-muscular, el *Niaara* no tiene efectos semejantes a los que produce el Curare, por no alterar la excitabilidad indirecta de la musculatura esqueletal. Tampoco hay alteración de la conductibilidad de los nervios motores. La excitabilidad directa de los músculos no es influída por el *Niaara.*

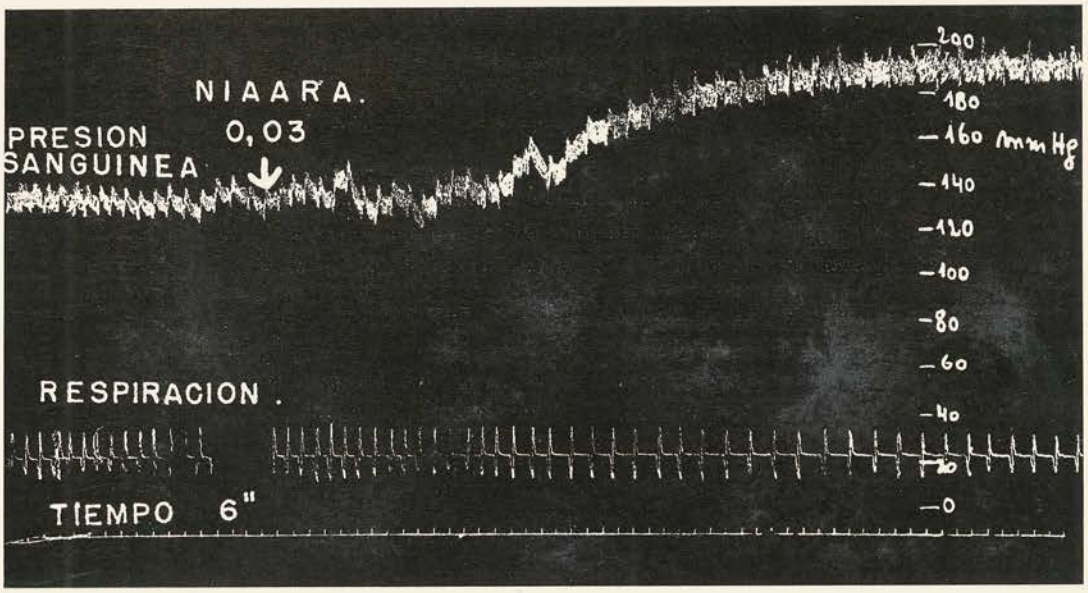
"USCHARIN"

El "uscharin" (viene del árabe *uschar*) es uno de los glucósidos cardioactivos de la planta *Calotropis procera* (India, Arabia, Persia) y *Calotropis gigantea* (India, Islas Malayas). El *Calotropis porcera* se ha usado y se usa todavía en el Sudán como veneno de flechas. Ocasionalmente tuvimos conocimeinto de la existencia de grandes cantidades de *Calotropis procera* en la Costa Atlántica y sin poder precisar si esta planta fue usada en la preparación de venenos de flechas, no vacilamos en someter su jugo lechoso a una investigación farmacodinámica. Estos ensayos así como el aislamiento químico de sus principios activos, están en marcha. Por ahora daremos cuenta de los fenómenos de intoxicación y de los efectos principales del veneno.

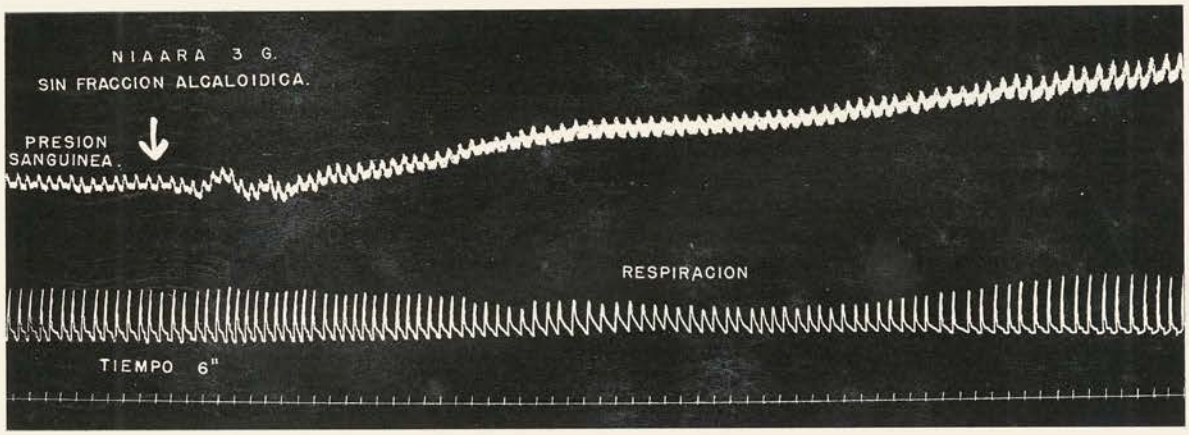
Toxicidad: En el conejo, la inyección intravenosa de 0,1 cc. jugo /kg. produce bradicardia intensa, arritmia y dispnea. El animal intoxicado se sostiene en pie pero no puede levantar o sostener la cabeza, la cual se fleja entre las extremidades anteriores. De vez en cuando el animal sufre una débil convulsión y alcanza a levantar la cabeza, pero luego la deja caer después de pocos segundos. Observamos también hipo, y, como principio de náuseas, se observaron bostezos. El animal continúa así durante 40 a 60 minutos, tiempo en el cual los síntomas empiezan a regresar. El cuadro de la intoxicación recuerda mucho a la intoxicación digitálica especialmente por la bradicardia y la debilidad de los músculos de la nuca, que según C. C. Santesson y Strindberg (4) parece ser característica de la intoxicación digitálica.

En los ensayos farmacodinámicos se ha visto que dosis de 0.09 cc./kg. jugo por vía intravenosa, pri-

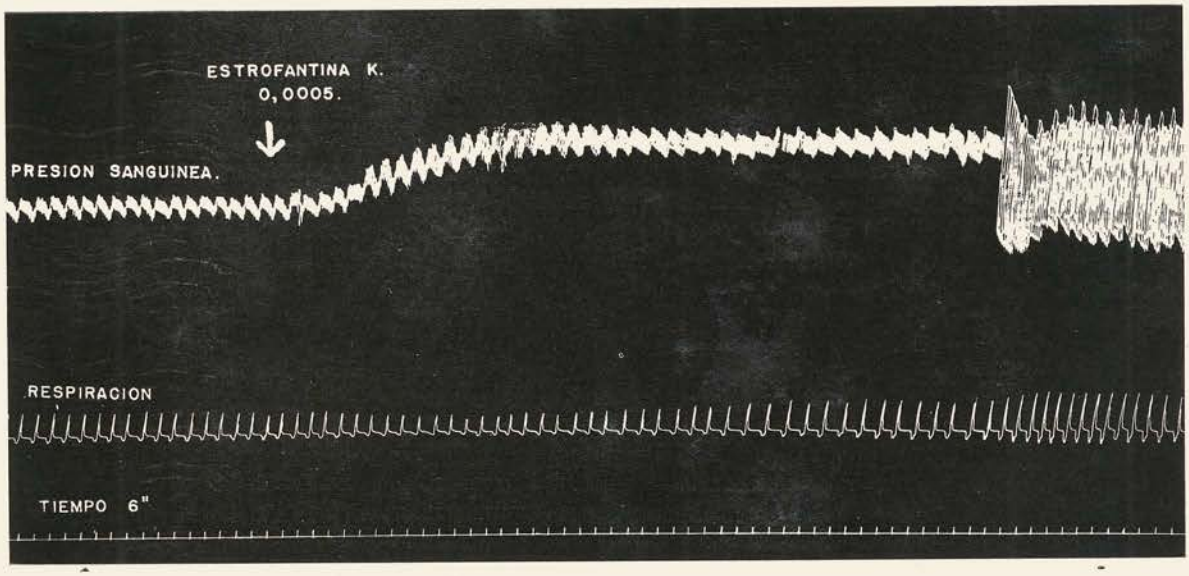
Gráfica Nº 1. — Efecto del *Niaara* 0.0036 cc./kg. sobre la presión sanguínea y la respiración del perro.



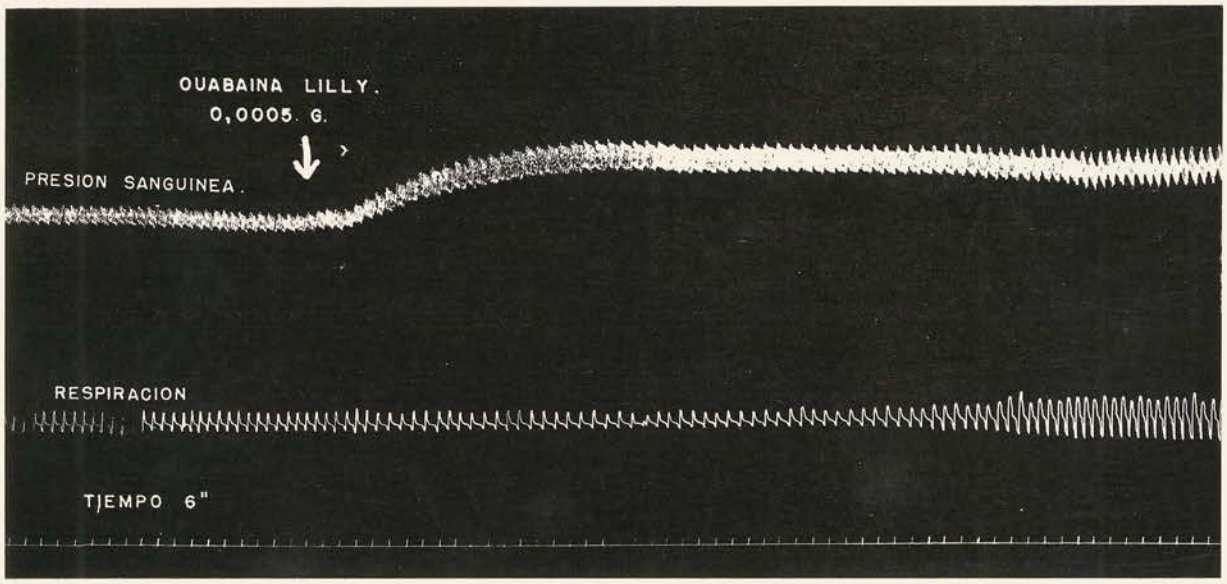
Gráfica Nº 2. — Efecto de un extracto purificado del *Niaara* sobre la presión sanguínea y la respiración.



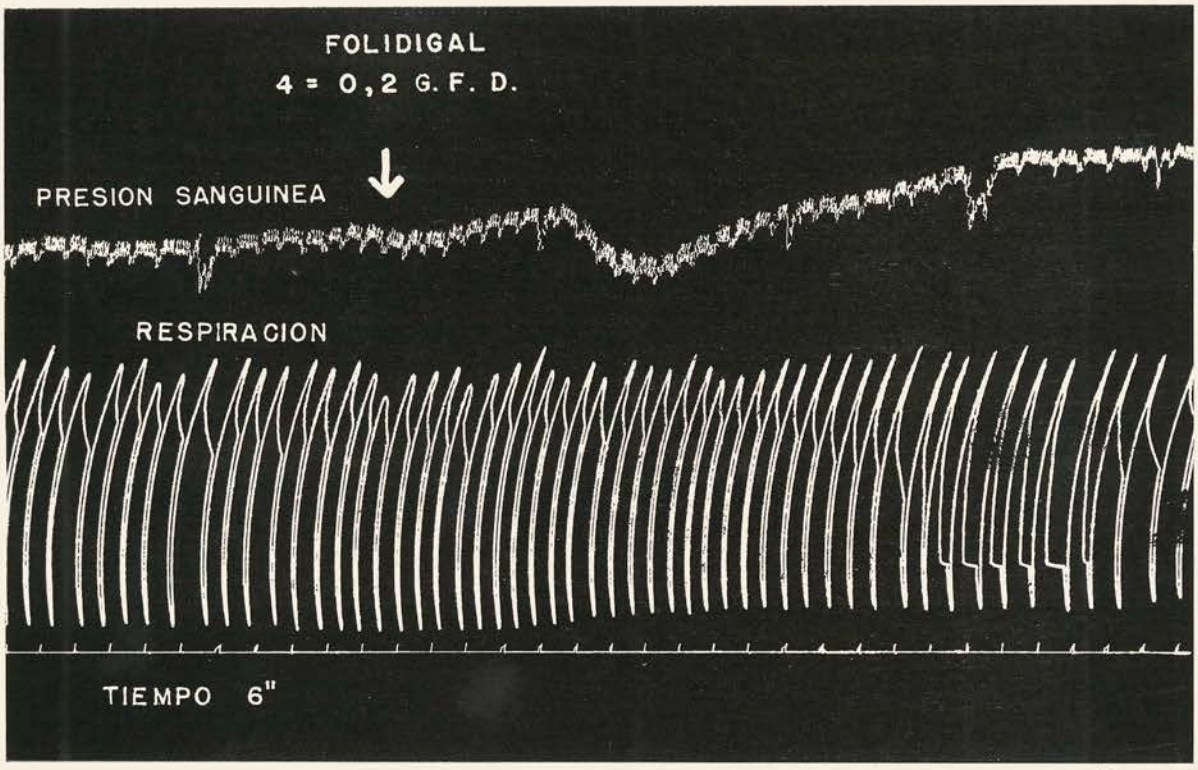
Gráfica Nº 3. — Efecto de la *Estrofantina* sobre la presión sanguínea y la respiración en un perro de 7 kg.



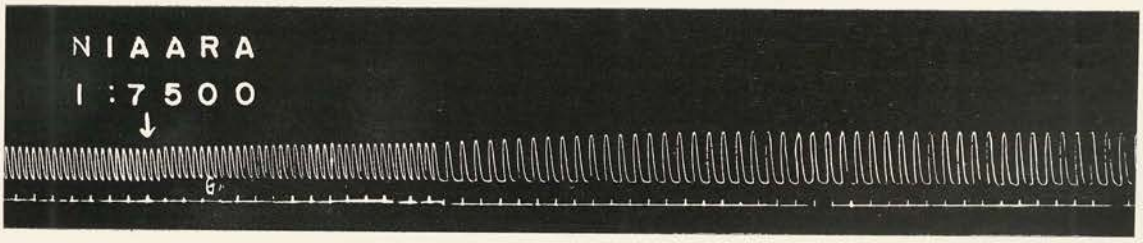
Gráfica Nº 4. — Efecto de la *Ouabaina* sobre la presión sanguínea y la respiración en un perro de 9.5 kg.



Gráfica Nº 5. — Efecto del *Folidigal* (0.2 gramos de hoja seca de *Digitalis purpurea* de Bogotá) sobre la presión sanguínea de un perro de 9.5 kg.



Gráfica Nº 6. — Efecto del *Niaara* 1:7500 en el corazón aislado.



mero aumenta considerablemente la presión sanguínea (gráfica Nº 7) que alcanza a los cuatro minutos después de la inyección o valores de 40 a 50 mm. de Hg. mayores que la inicial. Luego, como en el caso de los glucósidos cardioactivos, aparecen pulsaciones arrítmicas de gran amplitud y de baja frecuencia. La respiración se altera en la primera fase de la acción, es decir durante el ascenso de la presión, haciendo disminuír la frecuencia y la amplitud, mientras que desde el momento de la aparición de las "pulsaciones tipo vagoirritación" hay más bien hiperpnea. En cuanto al mecanismo de estas alteraciones de la respiración nos referimos a las consideraciones hechas en el caso del Niaara.

En los *órganos aislados* se notó aumento del tono y del peristaltismo de aquellos de musculatura lisa. En el corazón aislado del sapo el "uscharin" produce disminución de la frecuencia y paro diastólico a veces mesosistólico. En la preparación nervo-muscular se ha podido demostrar que el veneno no posee acciones curarizantes.

El interés de los pocos datos que acabamos de exponer sobre el "uscharin" reside en el hecho de haber analizado por la primera vez, el jugo lechoso de una planta colombiana (en la Costa Atlántica de Colombia se la llama "Algodón de Seda") que en otros lugares del mundo se usa como veneno de flecha y que contiene un principio cardioactivo.

Se agregan así dos venenos: el "Pacurú Niaara" y el "Algodón de Seda" a otras plantas cardioactivas, las cuales son:

Planta	Lugar	Principios activos
Digitalis purpurea y lanata	Europa	Glucósidos
Strophanthus hispidus y gratus	Africa del Este	Glucósidos
Adonis vernalis	Europa, Asia	Glucósidos
Convallaria maialis	Asia, Europa	Glucósidos
Acocanthera Ouabaio, Deflersi, etc.	Africa del Este	Glucósidos
Nerium Oleandri	Asia, Europa	Glucósidos
Thevetia neriifolia	México	Glucósidos
Adenium Boehmianum	Africa del Sud	Glucósidos (Echujina)
Eritrophleum guinense	Africa Central	Alcaloide (Eritrofleina)
Helleborus niger	Europa	Glucósidos y Alcaloides
Antiaris toxicaria	Java, India	Glucósidos
Periploca graeca	Mar Negro	Glucósidos
Scilla marítima	Europa	Glucósidos
OGCODEIA TERNSTROEMIIFLORA	Colombia	Glucósidos
CALOTROPIS PROCERA	Colombia	Glucósidos

VENENO DE LA RANA DENDROBATES (Co-Coi)

Las tribus indígenas de los Noanamas, Cunas y Chocoes, habitantes del Departamento de Antioquia y la Intendencia del Chocó en la República de Colombia, usan desde hace siglos como veneno de flecha la secreción lechosa de las glándulas dérmicas de un batracio perteneciente al género *Dendrobates*. La primera descripción del veneno, del modo de prepararlo y datos sobre su acción, se deben a A. Posada Arango (4). Este autor, a base de unos pocos ensayos y con maravilloso criterio experimental para su época, concluyó que el veneno mata por parálisis del sistema nervioso central, ya que mientras la contractibilidad muscular queda inalterable, la irritabilidad eléctrica indirecta se inhibe. En la autopsia inmediata de los animales intoxicados, el corazón se encontró dilatado y lleno de sangre. Santesson (5) que examinó la acción tóxica de este veneno en ranas, cree que obra primero por parálisis muscular y sólo en la segunda fase de su acción letal hay parálisis del sistema nervioso central y paro cardíaco en sístole. Hay dos contradicciones en las observaciones de los autores mencionados: mientras que A. Posada Arango habla de la conservación de la contractibilidad muscular y de un corazón lleno de sangre (por lo tanto un paro diastólico); Santesson observó parálisis muscular y paro cardíaco sistólico. En vista de que, según nuestros conocimientos, no hay un estudio completo farmacodinámico de este veneno, creemos de interés resumir aquí nuestras investigaciones sobre el particular:

Para los ensayos hemos usado virotes o dardos envenenados desde hace 15 años; la cantidad aproximada que lleva cada virote es alrededor de dos miligramos.

La *dosis mínima letal* del veneno estudiado en perros y conejos es, por vía intramuscular o intravenosa, alrededor de 0.0001 gmo. por kg. de peso. La absorción del veneno por el tejido muscular es muy rápida, puesto que los primeros síntomas de la intoxicación se presentan dos a cuatro minutos después de la inyección. Dosis diez veces superiores a las mínimas letales parenterales, se soportan por la vía oral sin causar trastorno alguno. Introduciendo las dosis letales en la vena mesentérica tampoco se producen fenómenos tóxicos. Resulta, pues, que el hígado posiblemente destruye el veneno; sin embargo, en ensayos "in vitro" no se pudo verificar tal destrucción por el tejido hepático. La sangre de los animales letalmente intoxicados no presentó hemolisis.

Los síntomas más llamativos de la intoxicación son: dispnea, bradicardia y pérdida del equilibrio. En el curso de la intoxicación el animal pierde el equilibrio y cae; el tren posterior parece paralizado. Si en este estado se inyecta estricnina (sul-

fato de estricnina) 0,0003 g/kg. el animal reacciona y muestra convulsiones.

En el análisis farmacodinámico de la acción del veneno aplicado por vía intramuscular o intravenosa domina la baja de la presión sanguínea acompañada de inhibición respiratoria (gráfica Nº 8).

La dosis mínima activa, capaz de producir tales reacciones es alrededor de 0,00008 gmo./kg. ¿Qué relación existe entre los dos efectos? ¿Se paraliza primero la respiración y la disminución de la presión se debe sólo a la anoxemia, o hay parálisis simultánea del centro respiratorio y vasomotor, o hay daño cardíaco directo muscular? A base de varios ensayos hechos en animales previamente tratados con atropina (desconexión farmacodinámica del vago) y en otros mantenidos con respiración artificial, creemos poder concluír que el efecto inmediato letal en dosis grandes del veneno, se debe a una parálisis respiratoria. En el curso de la intoxicación el veneno afecta también al músculo cardíaco porque la muerte, aunque se retarda un poco, siempre se presenta aún en el animal mantenido con respiración artifical. Es muy significativo que en el curso de la intoxicación no letal, la frecuencia respiratoria se restablece en diez minutos después de una disminución transitoria, mientras que la hipotensión fuerte es duradera; de modo que bien puede tratarse de un debilitamiento del músculo cardíaco. Se refuerza tal sospecha por los resultados obtenidos en el corazón aislado del sapo, puesto que el veneno, en la dosis mínima activa que es alrededor de 1:200.000, resultó como un inhibidor cardíaco produciendo disminución de la frecuencia y de la amplitud de las contracciones cardíacas. La concentración del veneno que resultó como inhibidor cardíaco, es demasiado grande en relación con la dosis mínima eficaz en el perro. Sin embargo, hay que tener en cuenta la poca sensibilidad de los sapos a drogas que obran sobre el corazón. Además, parece que el veneno de *Dendrobates* no afecta a los sapos, puesto que la inyección de 0.0003 gmos. del veneno en el saco linfático de un sapo de 85 gmos., o sea 0.0035 gmo./kg., es decir 35 veces más que la dosis mínima letal en el perro, no produjo efecto tóxico alguno. Quedamos así en cierta contradicción con E. R. Dunn (6), quien coleccionando ranas diversas las colocó con uno o más Dendrobates en un saco de tela liviana y al poco tiempo todas las ranas, con la única excepción de los Dendrobates, habían muerto, hecho del cual concluye Dunn que la exudación cutánea de estas ranas había matado a las otras.

En el intestino delgado aislado del conejo se observó aumento del peristaltismo con concentraciones de 1:330.000, mientras que en útero aislado no se observó efecto alguno.

En la preparación nervo-muscular del sapo como en el animal entero (perro) letalmente intoxicado, no hubo alteración de la excitabilidad directa o indirecta de la musculatura esqueletal, de manera que la parálisis muscular aparente que presentaron los animales letalmente intoxicados, se debe, probablemente, más bien a la disminución del volumen circulatorio por la hipotensión arterial.

RYANIA

Ryania dentata var. tóxica (Dugand) (7)

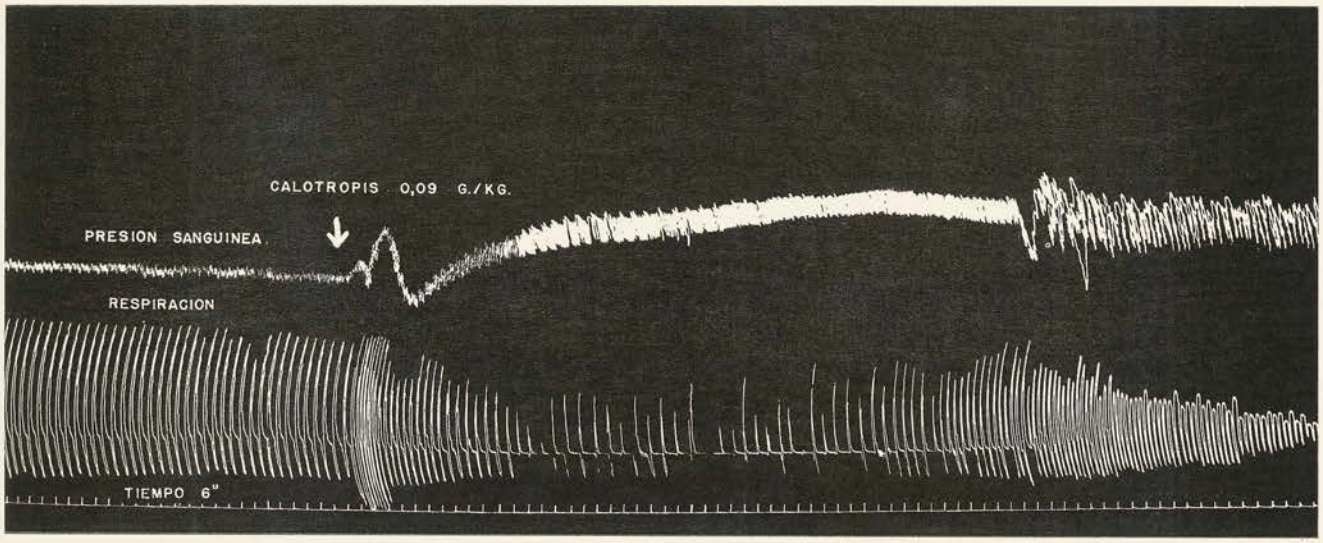
Humboldt y Bonpland (8) mencionan bajo el nombre de *Patrisia affinis* una planta cuyas raíces tenían fama, entre los indígenas del Orinoco, de contener un veneno muy poderoso. Santiago Cortés (9) describió otra especie, la *Ryania tomentosa,* llamada vulgarmente "mata cucaracha" como un arbusto muy venenoso con efectos semejantes a los de la estricnina. Gilg (según Engler y Prantl (10), distingue diez especies de este género tóxico que crecen en el norte del Brasil, Guayanas y Colombia. Gleason (11) menciona que la corteza de la *Ryania sauricida* se usa por los indígenas de la Amazonia brasileña para envenenar caimanes. Y últimamente Nakarai (12), en el Brasil logró aislar un glucósido muy tóxico de la *Ryania acuminata.*

Consideramos que la *Ryania dentata* de Orocué, Orinoquia colombiana, merece ser mencionada entre los venenos de flecha, (aún sin tener la certeza de que haya sido usada como tal) por las siguientes razones: la región en donde se encuentra la planta está muy cerca a las regiones en donde se usaban y se usan aún los venenos de flecha y hay seguridad absoluta de que los indígenas conocen las propiedades venenosas de esta planta. Sabiendo que los venenos de flecha muy rara vez se preparan de una sola planta y más bien se obtienen de varias conocidas como venenosas, y teniendo en cuenta que distintos viajeros, desde Sir Walter Raleigh (1595), describieron los efectos del envenenamiento con "curare", observando sintomatologías muy diferentes y hasta contradictorias, debidas seguramente al hecho de que las mezclas de "curare", no son uniformes, porque a veces contienen 17 hasta 28 plantas (Krukoff y Moldenke (13). No nos extrañaría que en las distintas mezclas entrara también la planta, cuyos efectos tóxicos y farmacodinámicos resumiremos en lo siguiente:

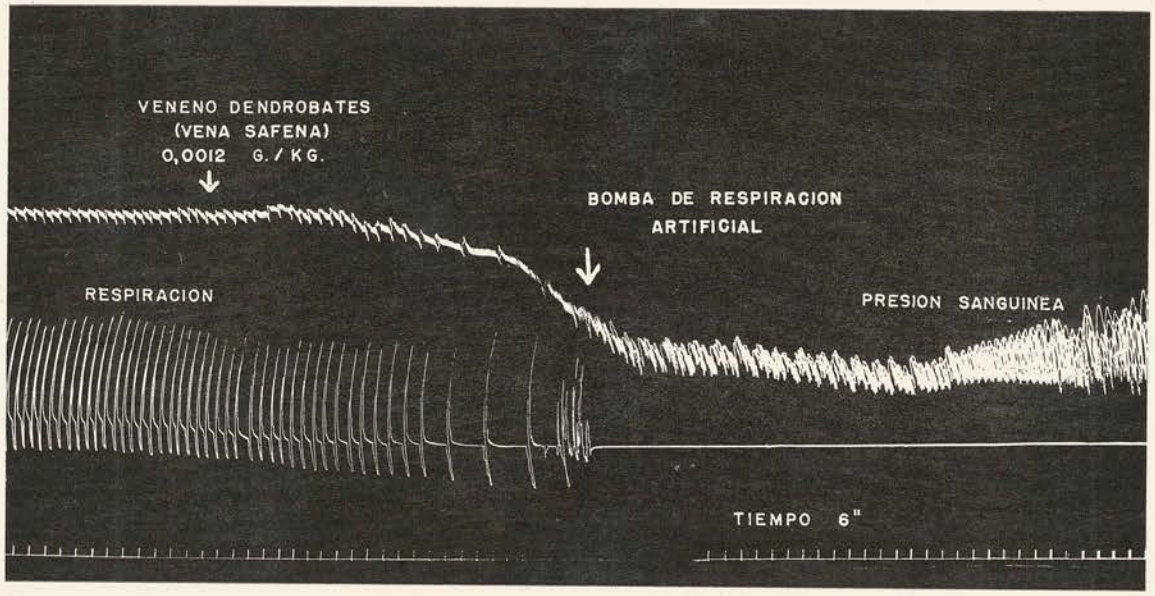
Después de habernos convencido por ensayos hechos con los extractos hidroalcohólicos de que en el caso de la especie estudiada, en realidad se trataba de una planta tóxica (dosis mínima letal por vía intramuscular y por kgmo. de peso: extracto hidroalcohólico de 0.1 gmo. de hoja seca) intentamos el aislamiento del principio activo de la planta. Hemos logrado aislar de las hojas un *glucósido* que se cristalizó en forma de agujas delgadas y cuyas acciones en el organismo animal fueron idénticas a las observadas con los extractos hidroalcohólicos, tratándose por lo tanto del principio activo de la planta.

Toxicidad: La dosis mínima tóxica del glucósido "ryanina" en el conejo, es alrededor de 0,000015 gmos. por kg. de peso por vía intravenosa. Tres minutos después de la inyección el animal presenta primero hiperpnea transitoria, luego movimien-

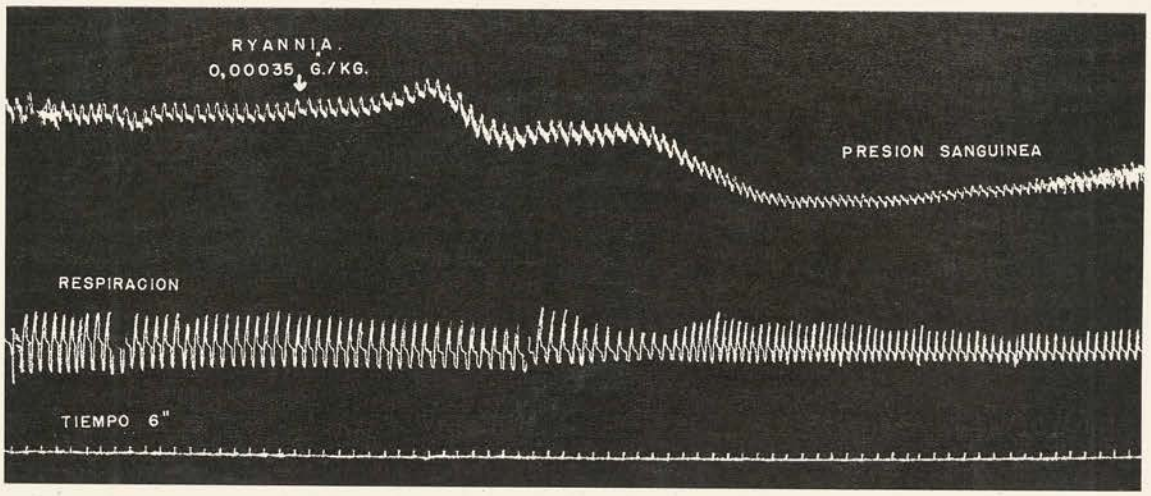
Gráfica Nº 7. — Efecto del jugo de *Calotropis procera* 0.09 cc./kg. sobre la presión sanguínea y la respiración de un perro de 7.5 kg.



Gráfica Nº 8. — Efecto del veneno de la rana *"Dendrobates chocoensis"* sobre la presión sanguínea y la respiración de un perro de 11 kg. Dosis: 0.0012 g/kg.



Gráfica Nº 9. — Efecto de la *Ryannia* 0.00035 g./kg. sobre la presión sanguínea y la respiración de un perro de 12 kg.



tos inciertos, atáxicos, la cabeza rígida levantada, se voltea de un lado a otro; hay tambaleo y rigidez tan exagerada de la musculatura de las extremidades, que la marcha adquiere el carácter grotesco de "marcha en zancos"; hay midriasis, a veces nistagmus, bradicardia, e hinchazón del abdomen; diez a veinte mnutos después de la inyección el animal muere por paro respiratorio, presentando antes unas convulsiones asfígticas premortales. Al abrir la caja toráxica, inmediatamente después del paro respiratorio, el corazón se encontró todavía latiendo. Los animales letalmente intoxicados sobreviven un tiempo más largo haciéndoles respiración artificial.

Por vía oral, la dosis mínima letal en conejos es diez veces mayor que por la vía parenteral. Se debe esta diferencia posiblemente a la destrucción parcial del glucósido por la acción hidrolítica de los jugos digestivos.

En los ensayos de farmacodinamia en el animal entero, se observó, a consecuencia de la inyección intravenosa de 0.00015 a 0.00035 gmos. de "ryanina" por kgmo. de peso, una alza inicial (gráfica número 9) transitoria (duración 20 a 25 segundos) y luego una disminución duradera de la presión sanguínea. Dosis mínimas parecen destruírse o neutralizarse poco a poco en el organismo animal, puesto que al cabo de una o dos horas la presión puede volver a su valor inicial (gráfica Nº 9). En cambio dosis letales producen una hipotensión que se mantiene durante horas. Estas dosis (0.00015 a 0.00035 gmo./kg.) no influyen visiblemente en la respiración; sin embargo, la muerte del animal se produce por paro respiratorio brusco.

Hemos podido aclarar el mecanismo del efecto hipotensor del veneno; posiblemente se trata de una acción paralizante sobre el centro vasomotor, puesto que en el corazón aislado del sapo, no se ha visto efecto depresor con concentraciones muy superiores a las que matan el animal entero. Además, recordamos que en el animal letalmente intoxicado, el corazón sigue uno a tres minutos latiendo después de la suspensión total de la respiración. También puede tratarse de un efecto paralizante sobre la musculatura lisa de los vasos, puesto que el veneno disminuye el tono y el peristaltismo de los órganos de musculatura lisa, hecho que hemos comprobado en el intestino y útero aislados. Finalmente, se ha podido averiguar por la misma técnica de experimentación, que en el caso de los venenos anteriormente tratados la "ryanina" no tiene efectos curarizantes.

A pesar de que la terapéutica moderna se orienta cada día más hacia los cuerpos químicos sintéticos, la mayoría de ellos se elabora a base del conocimiento de la acción y de las estructuras químicas de las fuentes naturales, es decir, de las drogas de origen vegetal. Al someter al Primer Congreso Interamericano de Medicina el presente trabajo, deseamos hacer un llamamiento fervoroso de colaboración, a fin de seguir desentrañando los misterios que encierra la vida vegetal y hacerlos accesibles a la investigación sistemática.

BIBLIOGRAFIA

(1) **C. Uribe Piedrahita.** — Apuntaciones sobre la geografía médica de la región de Urabá. Tesis, Medellín, 1920.

(2) **C. G. Santesson.** — Skand. Arch. Physiol. Vol. 55, pág. 230-257, 1929.

(3) **C. Uribe P.** y **K. Mezey.** — Revista de la Universidad Nacional de Colombia, Vol. 3, págs. 177-254, 1945.

(4) **A. Posada Arango.** — Le poison de la Rainette des sauvages du Choco, Arch. Méd. Nav., 1871, XVI, pg. 203-213. Traducción original de la Biblioteca de la Facultad de Medicina de Medellín y cit. por M. Phisalix, Animaux venimeux et venins, Masson, 1922.

(5) **C. G. Santesson.** — Ethnological Studies, Vol. I, página 105, 1935. (Microfilm).

(6) **E. R. Dunn.** — Caldasia, Vol. II, Nº 10, pg. 519, 1944.

(7) **Dugand. A.** — Caldasia, Vol. III, Nº 13, pg. 267, 1945.

(8) **Humboldt, A.,** y **Bonpland.** — Voyages au Venezuela, 1820.

(9) **Santiago Cortés.** — Flora de Colombia, pg. 113, 1.

(10) **Engler y Prantl.** — Die Natürlichen Pflanzenfamilien, Vol. 21, pg. 450, 1925.

(11) **H. A. Gleason.** — Phytologia, **1,** pág. 106, 1934.

(12) **Nakarai.** — Boletím da Escola de Chimica Industrial "Pará", 1942.

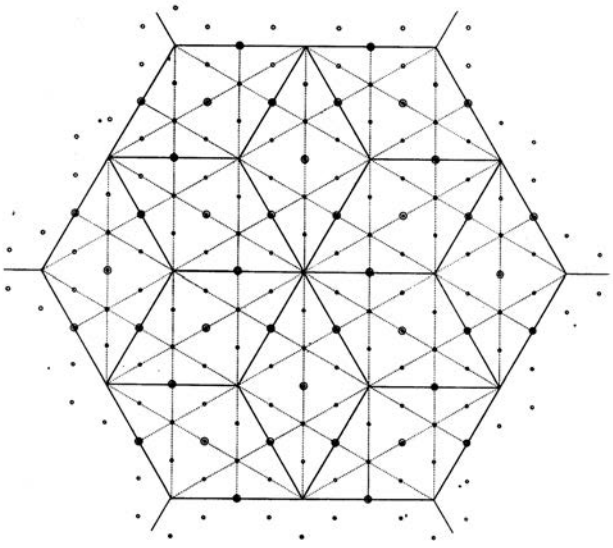
(13) **Krukoff, B. A.,** y **Moldenke, H. N.** — Brittonia, Vol. 3, Nº 1, pg. 1-74, 1938.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):382-390, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.580

Estructura de las esmeraldas de Muzo

Antonio María Barriga Villalba

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1953, 9 (33-34): 37-43.



Posición de los átomos en la celda unidad, obtenidos a partir de los datos de difracción medidos.

Antonio María Barriga Villalba (1894-1985)

El multifacético científico Antonio María Barriga Villalba fue filósofo, lingüista, químico, físico, biólogo, investigador y humanista y director de la Casa de la Moneda de Bogotá. Autor de libros de Numismática, botánica, zoología. mineralogía y antropología. Investigó la composición de las aguas termales del país; el borrachero, el cacao sabanero; la circulación de la sangre en las alturas; especial mención merece su contribución al estudio de las esmeraldas de Colombia. Su actividad científica fue reconocida con: la Cruz de Boyacá; premio Javier Conde Barriga de Madrid; Miembro de la Real Academia de Ciencias de España; de la Sociedad de Cardiología (Fundador); de la Sociedad Colombiana de Física; de la Sociedad Colombiana de Medicina y Ciencias Naturales; de la Real Academia Hispanoamericana; de la Sociedad Numismática de Colombia y de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fue un entusiasta defensor del desarrollo científico del país.
www.encolombia.com/Antonio María Barriga Villalba, El Multifacético
Información suplementaria: http://www.accefyn.org.co/sp/academicos/Silla_3_Antonio_Maria_Barriga_Villalba.htm

El estudio sobre la Estructura de las esmeraldas de Muzo, es un interesante trabajo que se considera como un clásico, por ser pionero en Colombia en el área de la cristalografía. El autor hace una descripción muy didáctica del fenómeno de la difracción de rayos X, producida por materiales cristalinos. En la publicación se describe con detalle la determinación de la estructura: indexado, parámetros de la celda, el grupo espacial, número de moléculas en la celda unidad de una esmeralda de Muzo, a partir de los datos de difracción en una muestra policristalina y en monocristal. El autor revela un gran conocimiento de la cristalografía por difracción de rayos X, describe con detalle la técnica y elabora de manera manual los cálculos. Los diagramas de difracción son de muy alta calidad. Pero el valor más importante del artículo es la interpretación de los resultados. Vale la pena destacar el cuidadoso procedimiento experimental empleado en la toma de datos, especialmente en el caso de las muestras monocristalinas, que a pesar de las irregularidades y defectos de las caras obtiene medidas muy precisas y constantes en todas las posiciones, lo cual le permite obtener una gran correspondencia entre los datos de la muestra policristalina con los del monocristal, para definir el grupo espacial de la esmeralda de Muzo y explicar sus dos formas comunes: la dextrorsum y la sinestrorsum, lo cual se resalta en la figura.

Estas razones ameritan considerar que este trabajo en cristalografía es una excelente realización para su época en Colombia, considerándose como el primer trabajo estructural en este campo.

Fernando Martínez Ortega, Docteur en Chimie
Miembro Correspondiente

Edgar Páez Mozo, Ph. D., Chemistry
Miembros de Número

ESTRUCTURA DE LAS ESMERALDAS DE MUZO

A. M. BARRIGA VILLALBA
Director de la Casa de Moneda

El estudio de la estructura fina de la materia por medio de los rayos X, ha permitido establecer de manera definitiva que los cuerpos simples y compuestos están formados por átomos y no por moléculas, como lo habían establecido los químicos, átomos que ocupan posiciones determinadas, dentro de un retículo tridimensional, característico de cada sustancia. Al lado de las propiedades físicas y químicas de los cuerpos, es necesario hacer figurar el valor de las distancias interplanares por ser la más precisa definición de toda sustancia, cristalina o amorfa.

El ensayo que hoy nos permitimos presentar a los Honorables Académicos, tiene por objeto la medida del paralelipípedo elemental de la esmeralda de Muzo, y mostrar la forma de la red espacial que forman los átomos en este cristal, modelo de la más alta simetría.

Empleamos en las medidas del retículo el instrumento construido por *North American Philips Company.*

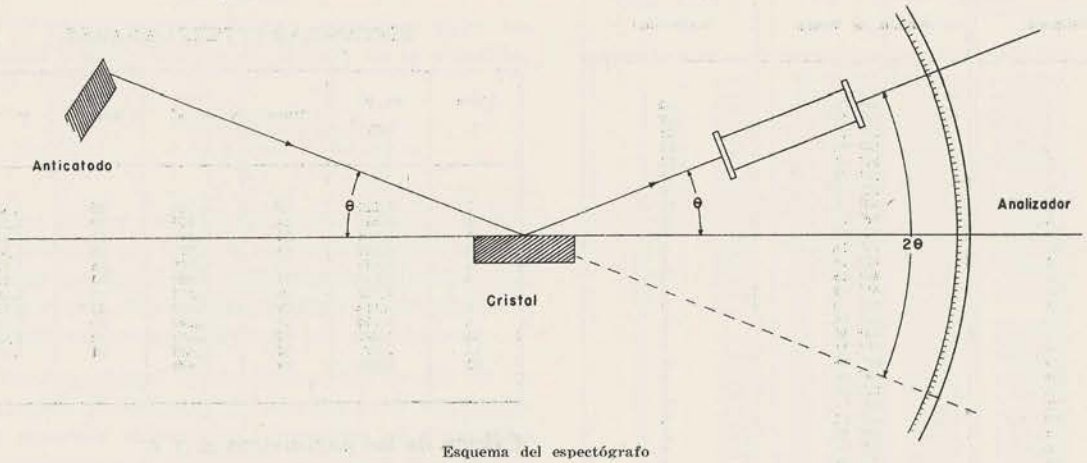
Consta el espectógrafo de difracción de rayos X.

I. Un generador de rayos X.

II. Goniómetro analizador.

III. Un dispositivo electrónico, muy sensible, el cual por medio de un contador Geiger-Muller, permite medir el Quantum de la radiación difractada por el espécimen.

IV. Un potenciómetro automático que inscribe la curva e intensidad correspondiente a las líneas del espectro entre 0° y 45°.



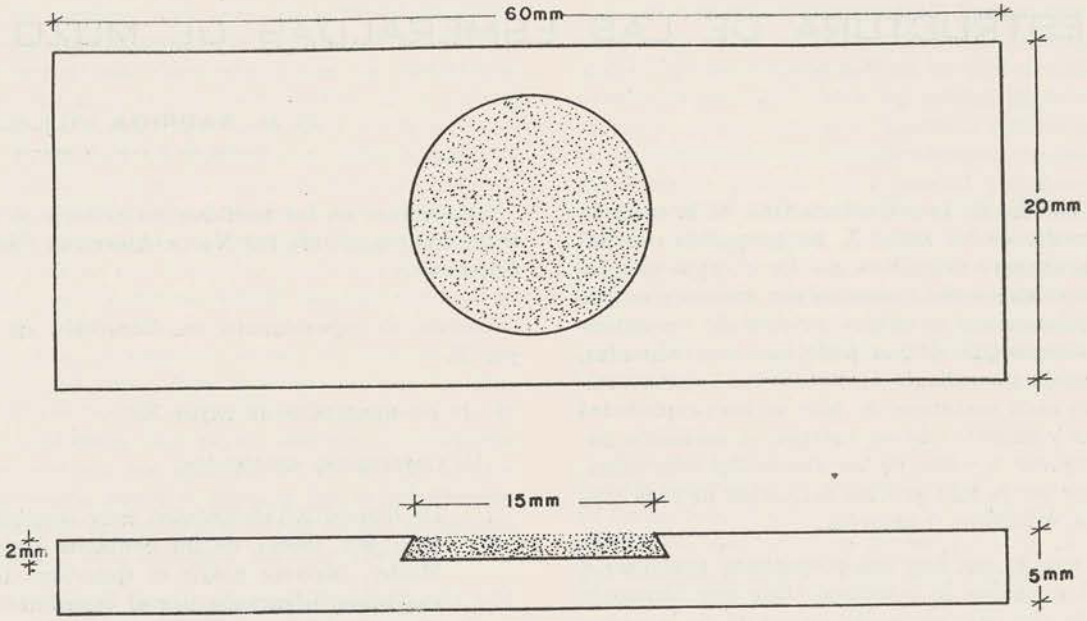
Esquema del espectógrafo

Las medidas pueden hacerse sobre el polvo de la sustancia o sobre cristales de la misma. En el primer caso, un gran número de cristalitos se encontrarán convenientemente orientados para difractar los rayos X. En el segundo, la cara de cristal, formada por mallas de átomos, producirá el fenómeno, exactamente como un rayo luminoso al incidir sobre una red, con la diferencia de que siendo tan pequeña la longitud de onda de los rayos X no puede ocurrir el fenómeno sino en una escala del orden del diámetro atómico, y se produce porque la radiación incidente origina el salto de un electrón de una órbita a otra, con la producción de energía radiante de la misma longitud de onda.

El fenómeno se sucede efectivamente como si fuera una simple difracción, auncuando es de un orden muchísimo más complejo que el de la luz.

El diagrama de difracción del polvo de esmeralda esta caracterizado por treinta y cinco líneas repartidas entre los 10°. 74 y 87°. 43 La intensidad es máxima a los 30°70 y decrece, no de una manera regular, hasta los 90° (Angulo de Bragg).

El polvo se preparó de esmeralda pura. Se pasó por tamiz de 200 mallas por pulgada, y se fijó simplemente por presión, sin aglutinante, sobre una lámina tallada en la forma usual para microscopia.



Portaobjeto para polvo de esmeralda.

TABLA I

DIAGRAMA DEL POLVO DE ESMERALDA.
POSICION E INTENSIDAD DE LAS LINEAS

Número	Angulo de Bragg	Intensidad
1	10° 74	43
2	18° 95	30
3	21° 96	25
4	26° 96	58
5	29° 17	52
6	30° 70	66
7	33° 10	6
8	35° 11	22
9	38° 57	5
10	40° 17	4
11	41° 38	8
12	43° 38	3
13	44° 99	14
14	48° 09	2
15	50° 19	9
16	52° 00	13
17	53° 00	7
18	55° 20	9
19	57° 09	13
20	58° 09	5
21	59° 69	4
22	60° 61	21
23	63° 41	9
24	64° 42	8
25	68° 01	4
26	70° 05	2
27	73° 43	9
28	74° 43	8
29	78° 03	2
30	78° 83	7
31	80° 63	2
32	83° 23	3
33	84° 00	2
33	86° 23	4
35	87° 43	1

Las distancias interplanares correspondientes a cada una de las líneas del diagrama, se pudieron valorar por medio de la ecuación de Bragg:

$$n\lambda = 2\delta \text{ Sen } \theta \quad (1)$$

(1) δ = distancia interplanar.
n = orden de difracción.
λ = longitud de onda correspondiente a la radiación del metal del anticátodo. (En este caso cobre).

Se empleó un tubo con anticátodo de cobre. La radiación se filtró con una lámina de níquel, de espesor conveniente.

TABLA II

DISTANCIAS INTERPLANARES

Orden (1)	en A° (2)	Orden	en A°	Orden	en A°
1	8,233	13	2,014	25	1,445
2	4,681	14	1,859	26	1,377
3	4,045	15	1,816	27	1,335
4	3,305	16	1,757	28	1,288
5	3,060	17	1,727	29	1,271
6	2,911	18	1,663	30	1,213
7	2,705	19	1,612	31	1,191
8	2,554	20	1,587	32	1,160
9	2,333	21	1,548	33	1,151
10	2,243	22	1,528	34	1,127
11	2,181	23	1,466	35	1,115
12	2,058	24	1,445		

Cálculo de los parámetros *a.* **y** *c.*

Como más adelante lo demostraremos, con los monocristales de Muzo, las líneas primera y segunda del diagrama del polvo de esmeralda corresponden, respectivamente, a los planos 100 y 001 del prisma elemental.

La magnitud *a.* se puede deducir así:

$$a = \frac{\delta_{100}}{\text{Sen } 60^\circ} = 9{,}5077 \text{ A}^\circ$$

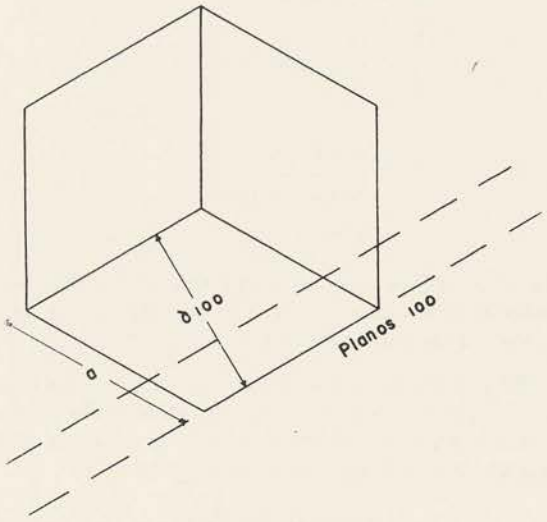
y el valor del eje *c.* según la tabla I, es:

$$2\theta = 18^\circ{,}85 = 18^\circ{,}57'\ 0''$$

(1) Ordenes de las líneas principales.
(2) 1. A° = 10^{-8} cms.

y según la ley de Bragg ya citada, se tiene:

$$c = \delta_{001} = \frac{1{,}5412\ A^o}{2\,Sen\ 9^o.28,\ 30''} = 4{,}681\ A^o .$$



Cálculos de los índices.

Por sustitución de valores sucesivos para los índices *h. k. l.* (Indices de Miller) en la ecuación,

$$Sen^2\theta = \frac{\lambda^2}{4}\,\frac{4}{3}\left[\left(\frac{h^2 + k^2 + lk}{a^2}\right) + \frac{l^2}{c^2}\right]$$

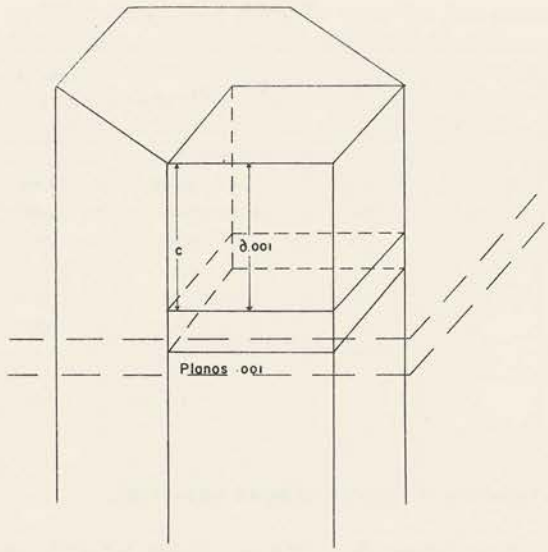
con los valores encontrados para *a.* y *c.* se pueden deducir los índices correspondientes a cada una de las líneas del diagrama de difracción del polvo y con ellos se comprueban si corresponden los valores encontrados con los calculados.

Pueden deducirse los índices por medio de las cartas de Hull-Davey calculadas para los distintos sistemas cristalinos, conocidas las distancias interplanares, o en nuestro caso por el valor de la relación de los ejes cristalinos tomándolo en la ordenada correspondiente, lo cual nos dará las distintas curvas cuyas características son las del plano reticular.

TABLA III

INDICES DEDUCIDOS CON EL VALOR C/A

1. 100	10. 230	19. 150
2. 110	11. 131	20. 250
3. 001	12. 112	21. 350
4. 101	13. 140	22. 160
5. 111	14. 231	23. 450
6. 201	15. 122	24. 232
7. 121	16. 140	25. 103
8. 130	17. 120	26. 203
9. 301	18. 340	



La *Tabla IV,* muestra la correspondencia entre los valores de $Sen^2\theta$ calculados y experimentales, según los índices deducidos, exactos para las líneas principales que dan el valor del retículo y muy aceptables para las demás.

TABLA IV

Línea	2 θ	θ	Sen² θ Calculado	Sen² θ Experimental	h k l
1	10°74	5° 22' 12"	0,008752	0,008758	100
2	18°95	9° 28' 30"	0,02710	0,02709	001
3	21°96	10° 58' 48"	0,03502	0,03627	200
4	26°96	13° 28' 48"	0,05336	0,05433	111
5	29°17	14° 35' 6"	0,06129	0,06341	120
6	30°70	15° 21' 0"	0,07880	0,07007	200
7	33°10	16° 33' 0"	0,07856	0,08113	301
8	35°11	17° 33' 18"	0,08839	0,09076	121
9	38°57	19° 17' 6"	0,10507	0,10976	220
10	40°17	20° 5' 6"	0,11715	0,11793	102
11	41°38	20° 41' 24"	0,12258	0,12482	131
12	43°38	21° 41' 24"	0,13466	0,13659	112
13	44°99	22° 29' 42"	0,14342	0,14638	202
14	48°99	24° 29' 52"	0,17190	0,16969	212
15	50°19	25° 5' 42"	0,18387	0,17987	140
16	52°00	26° 0' 0"	0,19346	0,19216	231
17	53°00	26° 30' 0"	0,19909		
18		27° 36' 0"	0,21347	0,21464	222
19	57°09	28° 32' 42"	0,22223	0,22834	132
20	58°09	29° 2' 42"	0,23641	0,23570	330
21	59°69	29° 50' 42"	0,24391	0,24766	003
22	60°61	30° 18' 18"	0,25266	0,25402	103
23	63°41	31° 42' 18"	0,27893	0,27619	203
24	54°42	32° 12' 36"	0,28270	0,28411	151
25	68°01	34° 0' 18"	0,31522	0,31277	600
26	70°05	35° 15' 0"	0,33290	0,32730	502
27	73°43	36° 42' 54"	0,35774	0,35740	313
28	74°43	37° 12' 54"	0,36859	0,36579	521
29	78°03	39° 0' 54"	0,39624		
30	78°83	39° 24' 54"	0,41020	0,40314	323
31	80°63	40° 18' 54"	0,41858	0,42030	440
32	83°23	41° 36' 54"	0,44237	0,44105	104
33	84°00	42° 0' 0"	0,44769	0,44739	441
34	86°23	43° 6' 54"	0,46870	0,46712	204
35	87°43	43° 42' 54"	0,47759		

Para el sistema exagonal, la distancia interplanar tiene por expresión:

$$\delta = \frac{a}{\sqrt{\frac{4}{3}(h^2 + k^2 + hk)\,\frac{l^2\,a^2}{c^2}}}$$

que sirve para el cálculo de *a* en las reflexiones *h. k. l.* Según los datos de la Tabla IV, podemos poner:

TABLA V

Ordenes	Indices	$\delta \sqrt{\frac{4}{3}(h^2 + k^2 + hk.}$	Valor de *a*
1	100	2,233 x 1,1546	9,505
3	200	4,045 x 2,30	9,303
5	120	3,060 x 3,05	9,330
6	300	2,911 x 3,46	10,072
9	220	2,333 x 4,00	9,332
15	140	1,816 x 5,29	9,606
25	600	1,377 x 6,92	9,588
		Promedio	8,525

Volumen del paralelipípedo elemental.

El volumen de la malla unidad, teniendo presentes los valores encontrados para los ejes *a.* y *c.* será:

$$V = a^2 \, c. \, Sen \, 60^o$$

$$V = 366{,}456 \ (1) \ A^o$$

A° cúbicos. Puede también expresarse en centímetros cúbicos.

Número de moléculas en la célula unidad.

Designamos por:

N = número de moléculas
M = Peso molecular
d = Densidad media
V = Volumen en A^{o3}

Tendremos:

$$N = \frac{V.\ d.\ 6{,}06 \times 10^{23}}{M} = \frac{V.\ d.}{M \times 1{,}65}$$

$$N = \frac{366{,}456 \times 2{,}66}{537{,}36 \times 1{,}65}$$

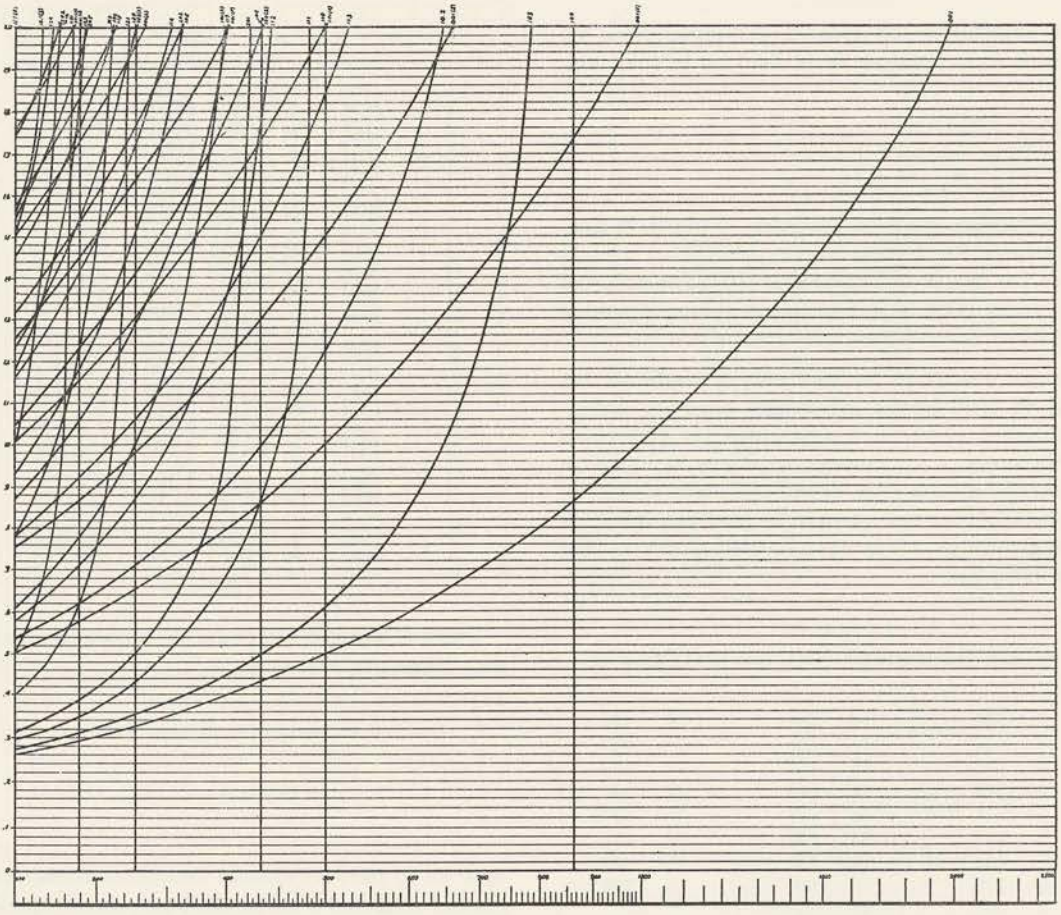
$$N = 1{,}098$$

Lo cual indica que en el prisma elemental hay solamente los átomos correspondientes a una sola molécula de esmeralda ($Be_3 \ Al_2 \ Si_6 \ 0_{18}$).

El prisma exagonal de la piedra preciosa contiene tres veces el número de átomos de la expresión anterior, de manera que la fórmula química y mineralógica de la gema será:

$$(Be_3 \ Al_2 \ Si_6 \ 0_{18})^3.$$

Como se puede observar, el diagrama de difracción del polvo de esmeralda sirve para me-



Carta de Hull-Davey.

dir exactamente los dos ejes cristalográficos *a*. y *c*. del prisma romboidal elemental de la singonia exagonal, en el caso de la esmeralda, conocida la posición de las dos primeras líneas del diagrama.

Diagramas con monocristales de esmeralda.

Los diagramas se obtuvieron con esmeraldas de más de 20 quilates, bien formadas, haciendo incidir la radiación sobre la cara 001 del cristal, sin ningún pulimento, en rotaciones sucesivas de 30° en 30° alrededor del punto medio. Lo mismo se practicó para las caras laterales. Ha sido sorprendente el resultado tan constante obtenido en todas las posiciones, a pesar de las irregularidades y defectos de las caras. Las tablas VI y VII muestran los valores comunes tabulados según el ángulo de Bragg.

TABLA VI

VALORES DE 2θ EN LA BASE DEL CRISTAL

Rotación														
0°	19°02	26°26	27°87	28°67	34°98	38°58	39°12	49°19	53°78	59°61	60°35	74°03	83°21	84°04
30°	19°05	26°16			34°90	38°58	39°08		53°54	59°55	60°21	73°97	83°24	83°92
60°	19°29				34°98	38°58	39°06		53°65	59°54	60°21	73°96	83°24	83°92
90°	19°40				34°88	38°58	39°06		53°53	59°44	60°21	73°97	83°17	83°84
120°	19°45				34°84	38°58	38°98		53°53	59°54	60°21	73°96	83°31	83°97
150°	19°09				34°88	38°58	38°71		53°50	59°61	60°21	73°93	83°25	83°52
180°	19°25				34°88	38°58	38°71		53°48	59°61	60°09	73°93	83°25	83°44
	19°22				34°90	38°58	38°96		53°57	59°55	60°21	73°96	83°23	83°80

TABLA VII

VALORES DE 2θ EN LAS CARAS LATERALES

Planos										
100	10°56	10°98	21°89		33°37	44°99	56°90	57°57	70°52	84.24
100	10°54	10°94	21°84		33°17	44°79	56°70	57°44	70°33	84.24
010	10°68		20°96	32°97	33°51	44°59	56°90	57°31	70°12	84.24
010	10°54	11°02	21°76	33°11	33°51	44°67	56°76	57°36	70°39	84°14
100	10°54	10°94	21°66	32°97	33°37	44°59	56°80	57°41	70°12	84°14
100	10°54	10°94	21°76	33°11		44°99	57°01	57°41	70°09	84°24
	10°50	10°96	21°64	33°04	33°38	44°77	56°84	57°41	70°26	84°20

Utilizando los datos de estas dos Tablas correspondientes a las caras del cristal, construimos la Tabla VIII que prueba la concordancia de las medidas.

TABLA VIII

Caras	Indices	d.en A°	2θ	θ	θ °	Sen ² Experimental	Sen ² Calculado
1C.	100	8,248	10°73	5°,365	5°21'54"	0,008736	0,008752
1B.	001	4,614	19°22	9°,610	9°36'36"	0,027882	0,027104
2C.	200	4,104	21°64	10°,820	10°49'12"	0,035253	0,034993
3C.	300	2,744	33°21	16°,605	16°18'18"	0,078826	0,078809
2B.	220	2,332	38°58	19°,290	19°17'24"	0,109111	0,105070
4C.	202	2,023	44°77	22°,385	22°23' 6"	0,145030	0,140100
5C.	132	1,611	57°12	28°560	28°33'36"	0,228560	0,222230
3B.	103	1,536	60°21	30°,105	30° 6'18"	0,251592	0,250482
6C.	502	1,339	70°26	35°,130	35° 7'48"	0,331131	0,327300
4B.	104	1,160	83°23	41°,615	41°36'54"	0,441002	0,440193
7C.	441	1,149	84°20	42°,100	42° 6' 0"	0,449436	0,447397

C = caras laterales. B = base de cristal.

A pesar de los errores cometidos y de las irregularidades que siempre presentan en su superficie los cristales naturales es plenamente satisfactoria la concordancia en las cifras experimentales y calculadas para $Sen^2\theta$. De las 17 líneas del diagrama de la base y del 23 de las caras laterales, hemos seleccionado aquellas comunes y más homogéneas que figuran en todos los diagramas y que forman los tripletes y dobletes característicos.

Comparando los diagramas de difracción del polvo de esmeralda y los de los cristales se observa una correspondencia aceptable, como puede verse en la Tabla IX.

TABLA IX

Diagrama del polvo 2θ	Diagrama de las caras laterales 2θ	Diagrama de la base 2θ
10° 75	10° 50	
18° 95		19° 22
29° 17	29° 84	
38° 58		38° 57
40° 17	40° 28	
44° 99	44° 77	
53° 00		53° 57
57° 09	57° 41	
59° 69		59° 55
60° 61		60° 21
70° 05	70° 26	
73° 43		73° 96
83° 23		83° 23
84° 00	84° 20	
87° 43	87° 68	

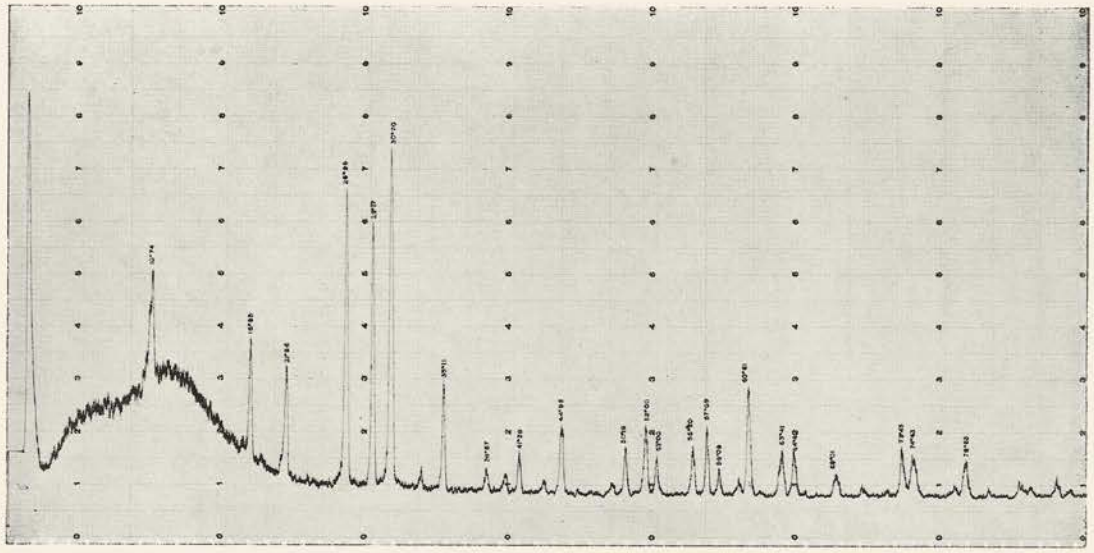


Diagrama del polvo de esmeralda.

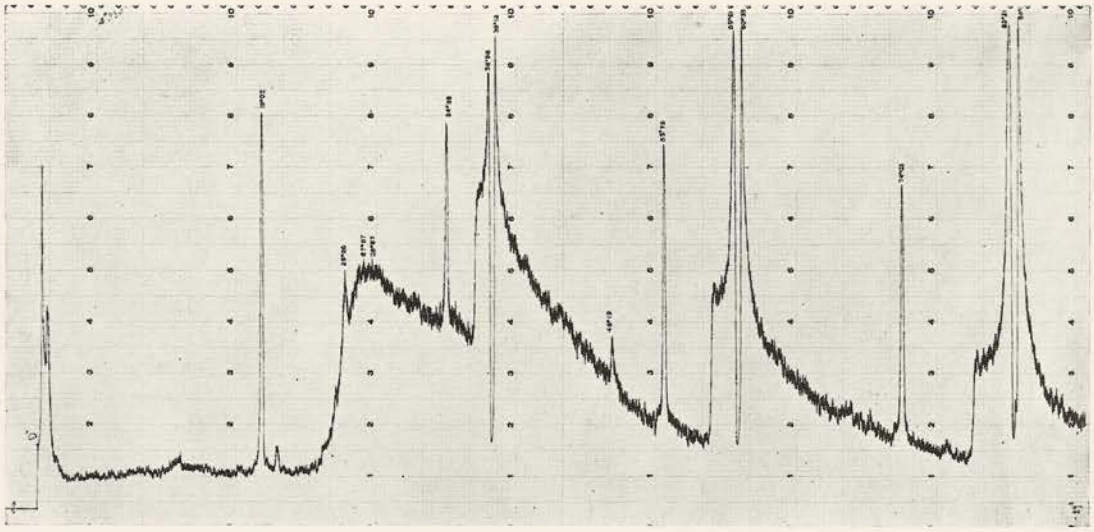


Diagrama de las caras de la base.

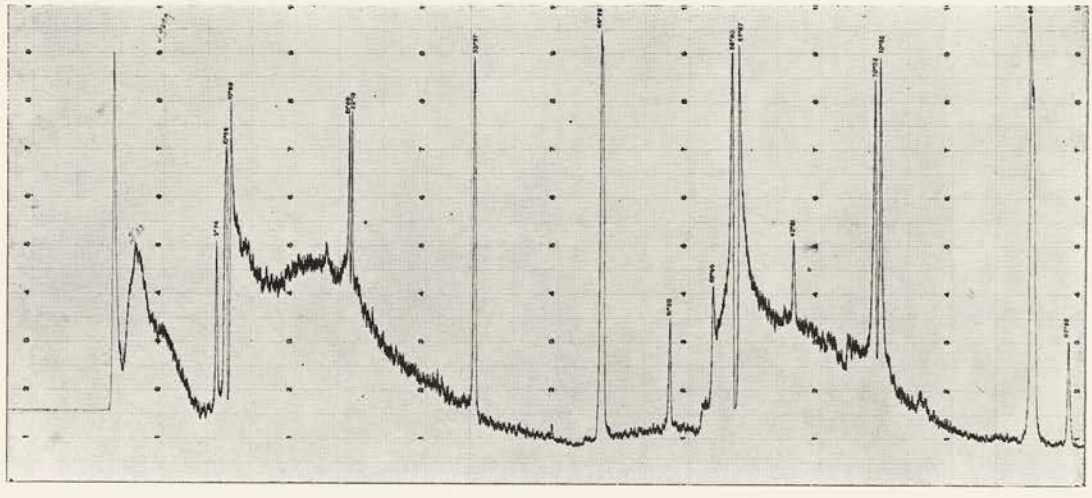
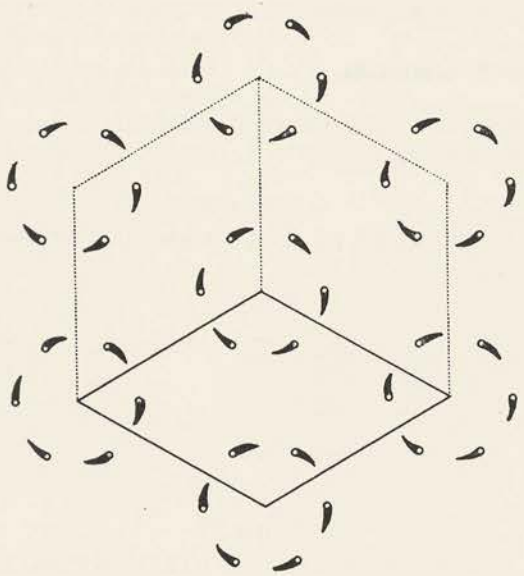


Diagrama de las caras laterales.

C_6^1 = Grupo espacial



Sistema Exagonal holoedrico

3 ejes iguales coplanares a 60°

el 4° ⊥ a los otros tres

$a = a^1 = a^{11} \neq c$

forma de alta simetria

Paralelipipedo elemental y celula unidad

$a = 9.^{A°}5$

$c = 4.^{A°}6$

volumen del paralelipipedo = $366.^{A°}456$

Esmeralda de Muzo

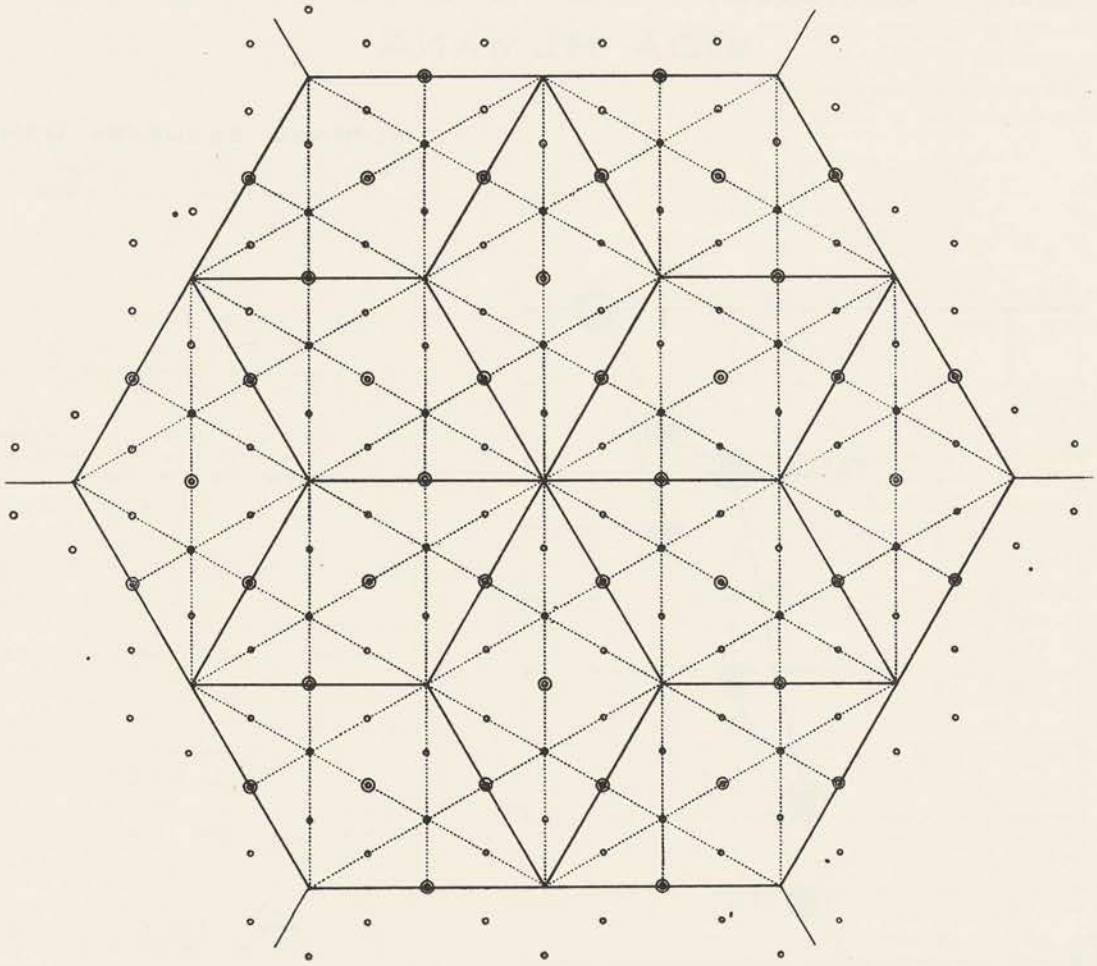
Estructura de la célula unidad.

Conocidas las dimensiones y el número de moléculas, es necesario fijar la posición de los átomos dentro del paralelipípedo elemental. No existen reglas para esto, pero se puede por medio de una serie de tanteos teniendo en cuenta las propiedades químicas y físicas, la capacidad de saturación de los átomos, el radio de estos, la simetría, y consultando las tablas de los espacio-grupos posibles de la forma cristalina seleccionada, llegar a establecer el edificio atómico con exactitud.

Para el Berilo, Bragg había seleccionado el espacio-grupo D^2_{6h} o C /mcc pero para la esmeralda, teniendo en cuenta la relación de los ejes cristalográficos medidos por los rayos X, y conocido el contenido de la célula unidad, el espacio-grupo de la esmeralda de Muzo no puede ser sino D^1_{6h} o C_6 /mmm. por existir las reflexiones de los planos 001 y 100 tanto en el diagrama del polvo como en los de las caras de los monocristales.

La comprobación de la estructura por la comparación de las intensidades calculada y observada, no es posible en la esmeralda, debido al gran número de átomos dentro de la célula unidad (29 átomos). Las dos primeras líneas del diagrama del polvo dan resultados aceptables, pero las demás no son concordantes, y es especialmente notoria la diferencia de intensidades que muestran las mismas líneas de difracción en el polvo y en los cristales, lo cual, muy posiblemente se deba a las interferencias que necesariamente deben presentarse entre los múltiples cristalitos del polvo.

Prueba la posición de los átomos de Silicio en el plano de la base de la célula elemental, la magnitud deducida para el eje *c*, pues la reflexión debe originarse en ella. Los átomos de aluminio situados sobre los ejes ternarios de rotación a la mitad de distancia del plano de la base, lo mismo que los de berilium, situados a la misma altura en los ejes binarios, producen las interferencias por ocupar posiciones centradas en el retículo correspondiente. Los átomos de oxígeno forman un núcleo alrededor de cada átomo de silicio y cambian valencias con los metales aluminio y berilium, pues el grupo $\overset{9}{S}_{6^1} = o$ situado en cada uno de los vértices de un exágono regular deja las valencias libres para saturar los metales.



Posición de los átomos en la esmeralda.

Las distancias entre los átomos cuadran con las magnitudes del retículo y los radios atómicos. En cualquier sentido que se tomen dentro de la célula se observa que ninguna de las órbitas atómicas se cruzan entre sí, y eléctricamente el prisma exagonal elemental, formado por los tres prismas romboidales resulta teóricamente neutro.

Por todo lo anteriormente expuesto, el espacio-grupo definitivo debe ser el de la figura anterior, con lo cual no solamente queda definida la gema, sino explicadas las dos formas comunes en la esmeralda de Muzo: la *dextrorsum* y la *sinextrorsum*, puesto que el eje de rotación puede existir en uno u otro sentido.

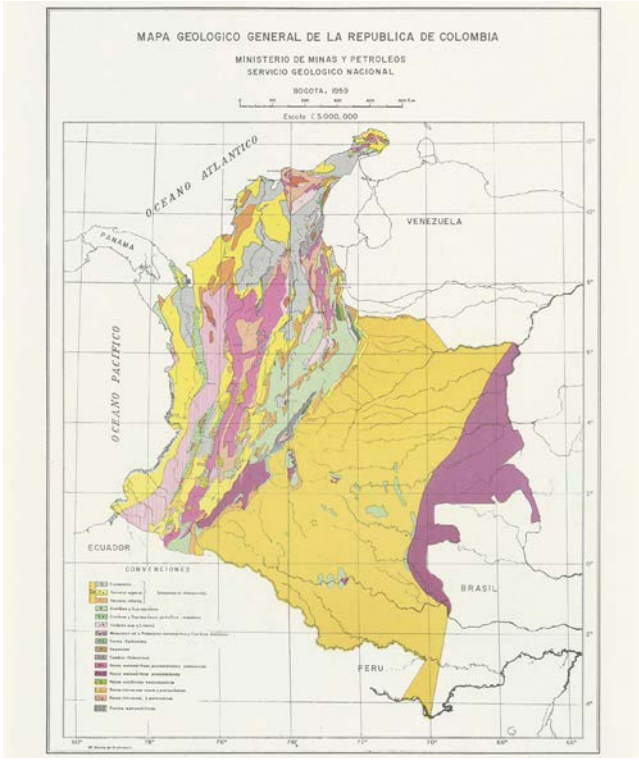
Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):391-449, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.581

Historia geológica de Colombia

Hans Bürgl

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1961, 11 (43): 138-191.





Hans Bürgl (1907-1966)

Bürgl nació en Viena(Austria). Allí mismo estudió Ciencias Naturales con especialización en Paleontología y Biología. En 1933 obtuvo el doctorado en la Universidad de Viena, bajo la dirección del profesor Eduard Suess. De 1931 a 1939 trabajó con la compañía Standard Oil en Egipto y Alemania. Luego prestó sus servicios a la Kontinentale Erdol Gessels Schaft en Rumania. En 1942 regresó a trabajar en Austria. En 1951 llegó a Colombia como Jefe de Paleontología del Servicio Geológico Nacional en donde inició el estudio y contribuyó al conocimiento geológico del país. En 1957 se vinculó como profesor de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, allí y de manera muy importante, trabajó en la formación y orientación de las primeras promociones de geólogos colombianos a través de las cátedras de Paleontología, Geología Histórica, Geología Regional, Geología General y Física. Unos años antes de su muerte, ocurrida en la ciudad de Bogotá en 1966, creó una compañía de consultoría para asesorar a las compañías petroleras.

En este artículo, el autor lleva a cabo una síntesis muy informativa del conocimiento geológico del país existente al momento de la publicación, la que ofrece una visión personal permeada y enriquecida por su formación y por el trabajo de campo que realizara a lo largo y ancho de nuestro país. Desde su aparición en la Revista de la Academia, esta publicación se convirtió en una obra de consulta obligada para los interesados en la evolución de corteza terrestre de nuestra Colombia en el marco de los procesos exógenos y endógenos de carácter regional y global.

José A. Lozano
Miembro Honorario

Jorge A. Brieva
Biblioteca de la Acadeamia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

HISTORIA GEOLOGICA DE COLOMBIA

HANS BÜRGL

de la Academia Colombiana de Ciencias y del Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia.

PROLOGO

de LUIS GUILLERMO DURAN S.

Profesor del Departamento de Geología y Geofísica de la Universidad Nacional de Colombia.

"...La Terre —ma sœur la Terre, aurait dit saint François d'Assise— m'est apparue, dès ma jeunesse, comme infiniment belle; digne d'être parcourue, étudiée, expliquée et chantée; capable de nous consoler dans les pires douleurs et, quoique périssable elle-même, de nous parler d'éternité... Quand les sciences dont elle est l'objet m'eurent définitivement séduit, enchaîné et conquis, mon admiration devint une sorte de passion ardente et je tâchai de communiquer cette flamme aux âmes qui s'approchaient de la mienne..."

PIERRE TERMIER ("A la Gloire de la Terre", 1922).

Unicamente nuestro gran aprecio personal por el Dr. Hans Bürgl, y nuestra común vinculación a la tarea de la docencia universitaria en una facultad que ambos hemos visto nacer y crecer con el cariño más entrañable, nos han decidido a aceptar la gentil invitación de la Dirección de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, a prologar una obra cuyos indiscutibles méritos sobrepasan, con mucho, nuestros modestos conocimientos y capacidades. Nos resultaba muy difícil, además, debemos confesarlo, rehusar como profesores de Geología de la Universidad Nacional, a la oportunidad de destacar la labor científica y didáctica de un distinguido miembro de nuestra Facultad de Geología y Geofísica que ha perpetuado entre nosotros la escuela geológica de un maestro por quien siempre hemos sentido la más grande admiración y profundo respeto: Eduard Suess. Testimonio de ello es el retrato que en la galería del Instituto de Ciencias preside Suess, por iniciativa y obra nuestra que nos enorgullecen. Con el culto a este eminentísimo precursor de las ciencias de la Tierra hemos querido exteriorizar allí nuestra íntima y angustiosa preocupación, tantas veces expresada, por que la Universidad no corte sus nexos con las fuentes europeas de nuestra cultura clásica, en su afán aparentemente creciente por una orientación excesivamente pragmática [1]. Nada podía, pues, satisfacer mejor nuestros anhelos en este sentido, que la exaltación de los méritos y la labor de tan digno representante de la escuela vienesa de Suess en nuestra Universidad, como lo es el Profesor Bürgl.

Escribir un bosquejo extenso de la geología de cualquier país es labor de una complejidad difícilmente imaginable, y para hacerlo con verdadera competencia y claridad se requieren dotes excepcionales, entre otras razones porque la Geología hoy día es una disciplina científica y técnica que se subdivide en un sinnúmero de ramas y especialidades, cualquiera de las cuales demanda toda una vida para su dominio, y se necesitan conocimientos y experiencia en sus múltiples facetas para alcanzar con algún éxito el objetivo. En la geología colombiana, los problemas de la Paleontología, la Estratigrafía, la Petrografía, la Tectónica, la Volcanología, la Glaciología, la Geofísica, etc., ofrecen complicaciones y peculiaridades que son verdaderos retos para cualquier investigador, y no serán definitivamente resueltos sino mediante una intensificación consciente de estos estudios. Antes de la presente obra se han publicado en diversas épocas resúmenes sobre la geología de Colombia, ya sean generales o desde puntos de vista especializados, y es justo consignar para ellos aquí el testimonio de la admiración que su esfuerzo y calidad nos merecen; sin ellos no habría podido el Dr. Bürgl presentarnos hoy una obra tan extensa, completa y acertada como la suya. En su minuciosa bibliografía al final del trabajo, él da crédito a sus predecesores, pero nosotros quisiéramos recordar aquí, con su carácter de resúmenes o bosquejos generales o especiales muy meritorios, las obras de Karsten (1886), Hettner (1887), Tulio Ospina (1911), Schuchert (1935), Stille (1940), Schaufelberger (1944), Anderson (1945), R. Hno. Daniel (1948), Gerth (1955) y Jenks-Olsson (1956). Aun cuando de carácter mucho más especializado en lo referente a las minas, debemos mencionar también la obra del Dr. Roberto Wokittel, publicada por el Servicio Geológico Nacional en Mayo de 1960, como una valiosísima contribución a la literatura geológica y minera colombiana.

El Dr. Bürgl es suficientemente conocido entre nosotros y en el extranjero por sus numerosos trabajos y publicaciones sobre la geología de Colombia. Después de doctorarse en Paleontología y Geología en 1933 en su patria, en la Universidad de Viena, trabajó como geólogo en la exploración petrolífera para varias compañías en diversos países europeos y en Egipto. Vino a Colombia como paleontólogo jefe, del Servicio Geológico Nacional en 1951, y desde 1957 se vinculó a la docencia en la Universidad Nacional, con carácter de profesor de tiempo completo desde el presente año. Posee, pues, el autor de esta Historia Geológica, además de sus vastas disciplinas académicas y docentes, una gran experiencia de campo.

---

[1] L. G. Durán S., "Programa de Investigación Científica Sistemática para la Facultad de Geología y Geofísica de la Universidad Nacional", Revista del Petróleo, Nº 66, Bogotá, 1956.

En esta "Historia Geológica de Colombia" ha realizado su autor una formidable labor de síntesis, a la cual ha aportado gran cantidad de datos, obtenidos en sus propios estudios e investigaciones a todo lo largo y ancho de nuestro suelo colombiano. Con mente y mano maestras ha trazado en ella el desarrollo geológico de nuestro país, describiendo, analizando y cartografiando sus vicisitudes a través de la noche cósmica de las eras y períodos geológicos, hasta el amanecer de nuestra era Psicozoica, explicándonos los paroxismos tectónicos que solevantaron las cordilleras; los procesos sedimentarios de sus geosinclinales; los fenómenos erosivos, que con los ríos y los glaciares pugnan, como factores exógenos, por reducir el continente al nivel del mar, en lucha contra los procesos endógenos del volcanismo, que han amojonado con sus picos enhiestos y nevados las cimas de nuestros Andes. Con todo ello nos hace asistir, simultáneamente, a los fenómenos que plasmaron, en las profundidades de nuestro suelo, los depósitos de hierro, oro, esmeraldas, hidrocarburos y demás minerales de nuestra riqueza patria. Los geólogos profesionales y los estudiantes de las ciencias de la Tierra tendrán de hoy en adelante una magnífica y autorizada obra de estudio y de consulta sobre la geología de Colombia, absolutamente al día, de indiscutible utilidad práctica y científica.

Esta "Historia Geológica de Colombia" es una obra cuya necesidad se hacía sentir ya imperiosamente, y son probablemente no pocos los geólogos colombianos que habrán acariciado el proyecto de llevarla a cabo algún día. Le ha correspondido el privilegio de adelantarse en el camino, no obstante, a un destacado representante de la ciencia europea, quien de esta manera lleva a su culminación, al menos en esta muy urgente y significativa etapa, tan preciada labor. Advirtamos una vez más, sin embargo, que los fundamentos de ésta fueron establecidos en forma esporádica por sus predecesores alemanes y franceses en el siglo pasado; luégo acrecentados brillantemente en forma sistemática por los Dres. Scheibe y Lleras Codazzi, y demás miembros de la Comisión Científica Nacional (1917 - 1931: Stutzer, Grosse, Scheibe hijo, Hubach, etc.), y han sido multiplicados y enriquecidos con denuedo y éxito encomiables por competentes geólogos colombianos y extranjeros, principalmente miembros del Servicio Geológico Nacional y de las compañías petroleras.

No es un mero recurso retórico nuestra alusión al gran Suess, hecha al principio, en relación con la obra del Dr. Bürgl. El insigne maestro austriaco creó indudablemente una escuela, cuyas características imprimió en forma indeleble en su monumental obra "La Faz de la Tierra", en donde el criterio eminentemente histórico y paleontológico no desplaza, sin embargo, al analítico y físico, precursor de la propia tectónica y de la geodinámica. A su vez, ambos criterios, según nuestro punto de vista, se destacan sobre un maravilloso fondo universalista y humanístico que alcanza quizá su máxima expresión al abordar científicamente el fascinante tema histórico-religioso del diluvio universal. Pocas veces nos es dado rastrear con tanta facilidad y precisión, en la obra de un hombre de ciencia, las componentes helénicas de la cultura de Occidente, particularizadas en la antítesis de praxis y teoría, protagonizada por Eudoxos y Arquimedes, frente a Platón y Aristóteles [1].

En su obra, el Dr. Bürgl analiza la evolución geológica de nuestro país, también con un marcado énfasis histórico, como queriendo asignar, con la mayor precisión y meticulosidad posibles, a base de sus vastos conocimientos paleontológicos, cada episodio al capítulo o página correspondiente en el gran libro de las rocas del planeta; en éste, los fósiles representan signos y caracteres de paginación que el autor se especializa en leer con exactitud, ya se trate de organismos minúsculos, o microfósiles, o de vertebrados gigantes.

Otras características que llaman poderosamente nuestra atención en este trabajo, para no mencionar sino algunas más, se relacionan con los cortes estructurales, la interpretación de la sedimentación cíclica del Cretáceo, y las isopacas del Senoniano en Cundinamarca. En el corte longitudinal de los sedimentos Cretáceos y pre-Cretáceos en la Cordillera Oriental (fig. 18), el autor ha introducido, como sugerencia muy valiosa, el factor de la curvatura terrestre, que sólo recientemente parece haber sido tenido en cuenta, en conexión con los procesos de las cuencas sedimentarias, por K. F. Dallmus [2]. En su análisis de la sedimentación cíclica del Cretáceo llega el Dr. Bürgl a conclusiones de sumo interés sobre el valor real de las subdivisiones cronoestratigráficas y su aparente sujeción a ciclos de seis millones de años, con sendas cuotas de sedimentación de 20 a 26 centímetros por milenio. La explicación de estos ciclos, en función de las oscilaciones rítmicas de la corteza terrestre podría ser, a su vez, un valioso argumento adicional en favor de esta hipótesis. En cuanto a las isopacas del Senoniano en la región de Cundinamarca (fig. 25), nos parece un magnífico ejemplo de estratigrafía analítica y cuantitativa, cuyas aplicaciones ofrecen hoy mayores perspectivas en diversos campos, tanto de la geología pura como de la práctica, según opinión del propio Levorsen [3]. Leyendo, o auncuando sólo sea simplemente examinando, la obra del Dr. Bürgl, encuentra uno perfectamente justificada la afirmación de estratígrafos modernos como J. M. Weller, de Chicago (1960), de que "la Estratigrafía es el núcleo y el corazón de la geología".

Al lado de esta gran competencia de historiador de la Tierra, nos sorprende también en el autor, sin embargo, su aguda percepción y análisis del problema físico, tectónico. En este aspecto, la comparación que él hace de nuestro sistema andino con otras cadenas montañosas del globo, como los Alpes, y la manera como contrasta y correlaciona los tipos de estructuras de plegamiento y de dislocación de nuestras tres cordilleras, para concluir con la síntesis geodinámica del capítulo sobre los "Terremotos" y su figura 36, son a nuestro modo de ver, una excelente contribución a la geología de Colombia y del continente sudamericano. Más aún, en este particular, el Dr. Bürgl se orienta con asombrosa seguridad por entre el laberinto de las teorías tectónicas y geotectónicas modernas, como experto conocedor y crítico de las contribuciones de europeos y americanos en tan intrincado campo, y concluye dentro del marco general de la tectonofísica de C. F. Richter y J. T. Wilson. Este último es el adalid que en nuestro Nuevo Mundo orienta, en su Instituto de Ciencias de la Tierra, de la Universidad de Toronto, una nueva escuela inspirada en una más estrecha e íntima cooperación entre Física (Geofísica) y Geología, cuyos elementos acaba de sintetizar en su obra más reciente [4], y sobre la cual se basa en gran parte, digámoslo de paso, la concepción de nuestro programa de Geología y Geofísica en la Universidad Nacional.

---

[1] A. Lalande, "Las Teorías de la Inducción y la Experimentación", Losada, S. A., Buenos Aires, 1944.

[2] K. F. Dallmus, "Mechanics of Basin Evolution, etc.", en "The Habitat of Oil", Amer. Assoc. of Petr. Geologists, Tulsa, 1958.

[3] A. I. Levorsen, comunicación personal, 1961.

[4] J. T. Wilson, et al., "Physics and Geology", McGraw-Hill Book Co., N. York, 1959.

En su estilo analítico y crítico, el autor nos ofrece en general, como conclusiones e interpretaciones seguras, sólo aquellas plenamente respaldadas por los hechos, y plantea los problemas por resolver, por otra parte, en forma positivamente estimulante para los investigadores y estudiosos de estas disciplinas. Y en cuanto a su filosofía científica, su aseveración de que los problemas geológicos, y en particular los estructurales, se tornan más complicados cuando se los investiga con mayor detalle, sugiriendo así una elevada complejidad en ellos, que lógicamente se resiste o se opone a hipótesis o interpretaciones simplistas, nos satisface personalmente mucho más que la filosofía preconizada por algunos eminentes geólogos petroleros americanos, con quienes hemos discutido el punto. Estos se acogen al postulado newtoniano de que "la naturaleza obra según los caminos más fáciles", prefieren desechar las posibles complicaciones y optan por interpretaciones demasiado esquemáticas, que con frecuencia no se ajustan a la realidad. No quisiéramos que nuestra crítica en este sentido, a dichos científicos americanos, fuera tildada de irreverente, pues sólo nos impulsa a ella la convicción sincera de que en nuestro siglo XX la concepción newtoniana del mundo físico es sólo una simplificación, particularizada, del universo einsteiniano, un tanto más complejo, entre otras razones por el hecho de haber introducido una cuarta dimensión en el problema. Además, en las posiciones de avanzada de las ramas más modernas de la Geología, autoridades también americanas se han pronunciado enfáticamente en favor de este criterio, como lo hacen, por ejemplo, los Profesores Thornbury [1], de Indiana y Nevin [2], de Cornell.

El tercer elemento de la escuela vienesa de Suess nos parece que se manifiesta con mayor claridad en la historia geológica del Dr. Bürgl, en su capítulo sobre el "Cuaternario". En él describe y discute cuidadosamente los datos aportados por otros investigadores, como Royo y Gómez, Stirton y Van der Hammen, para concluir haciendo hincapié sobre su propia opinión, basada en los hallazgos de implementos humanos y huesos de Megaterio y de Mastodonte en una terraza de Garzón, de que el Homo Sapiens tuvo en Sudamérica un precursor contemporáneo de aquellos gigantes extinguidos. En su breve pero concisa discusión sobre el problema, se advierten las muy poco comunes inquietudes y aficiones antropológicas del geólogo que no se contenta con inquirir sobre el destino de la "Nave Tierra", que dijera Termier, despreocupándose de sus "emigrantes", los hombres. He aquí, pues, una calidad humana en un investigador científico, de la cual se sentirían satisfechos Cajal o Unamuno.

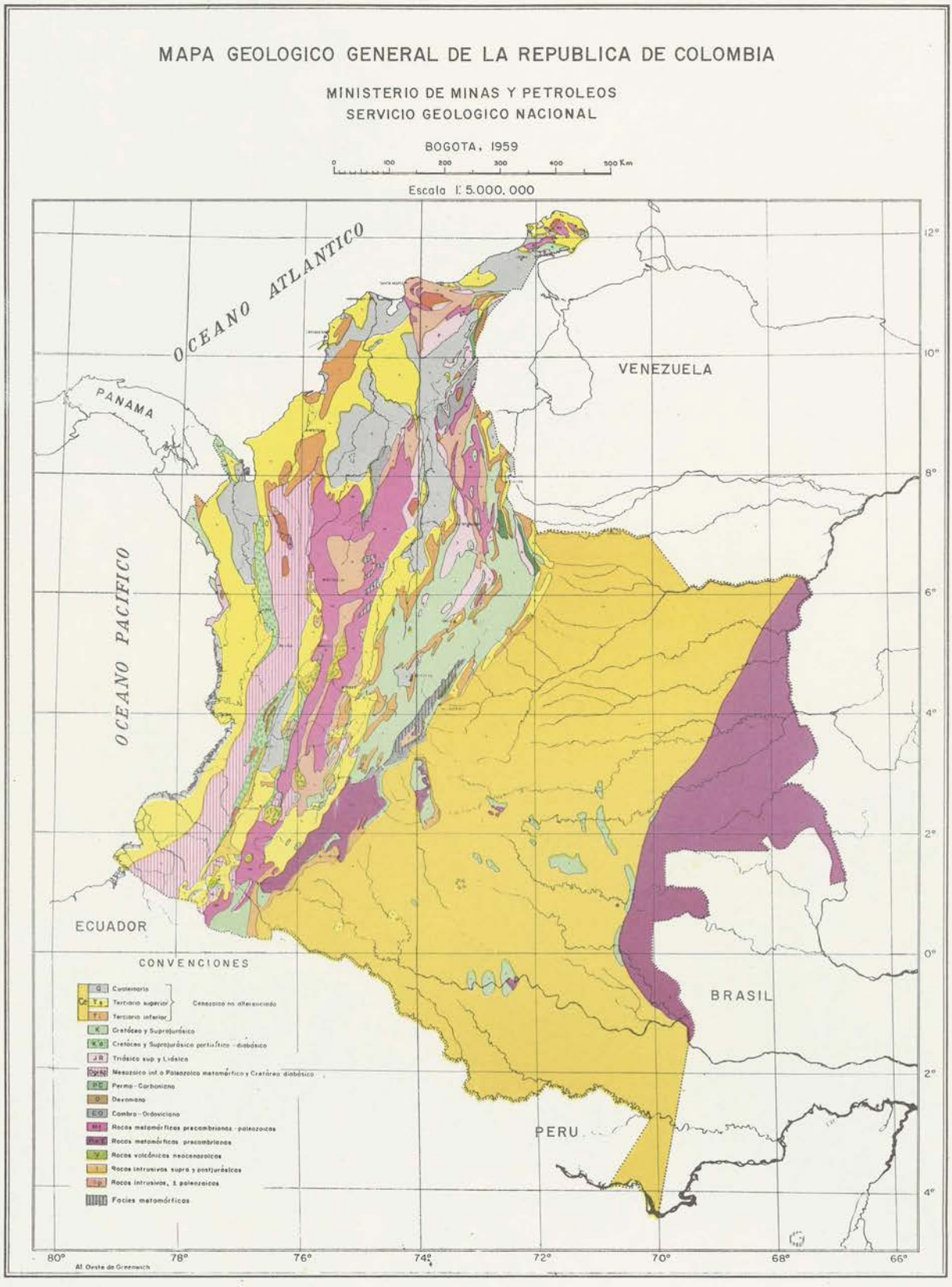
La última componente de la obra del Dr. Bürgl que nos resta parangonar con la de Suess, en esta nuestra apreciación de su historia, y no por última menos importante, es la de su mérito didáctico. Compilar el enorme acervo de datos geológicos aportados sobre Colombia desde Humboldt, Von Buch y Hettner hasta nuestro días, sin dejar escapar lo substancial, es ya de suyo labor ímproba de paciencia y pericia. Pero hacerlo, además, en forma adecuada y sistemática, analizando y seleccionando los datos para no incurrir en repeticiones inoficiosas o en omisiones lamentables, para ofrecer una interpretación final correcta y atractiva, como lo hace este autor, requiere, además, dotes de expositor que él posee en alto grado, y que ejercita y refina diariamente en su cátedra universitaria y en las discusiones y seminarios académicos que promueve con entusiasmo. Y esta es, precisamente, la característica en la obra del autor que, por la razón muy personal aducida al principio de este prólogo, quisiéramos nosotros realzar con mayor énfasis.

El Profesor Bürgl se asoció a la Facultad de Geología y Geofísica desde sus albores (1957), y ha venido desde entonces ejerciendo su magisterio docente con un celo y una eficiencia que honran a nuestra institución. En sus cátedras de Paleontología, Geología Histórica, Geología Regional, Geología General y Geología Física, puede él estar seguro de haber formado verdaderos discípulos, y de haber inculcado en ellos, con la inspiración que emana de una vocación científica como la que se trasluce en el epígrafe de Termier que encabeza estas notas, el cariño y el interés por las disciplinas geológicas, concebidas en esta forma polifacética y elevada que perpetuará entre nosotros la esencia de la escuela de Suess. Por lo demás, sentimos la profunda satisfacción de que la labor cotidiana en la cátedra, estimulada por el interés inquisitivo de sus estudiantes del Instituto de Ciencias, ha debido contribuír poderosamente a que el Profesor Bürgl se hubiera decidido a escribir esta estupenda monografía, en donde campea el espíritu de investigación universitario que Ortega y Gasset definió como "la verdadera dignidad de la universidad" [3].

No queremos terminar sin aludir en forma francamente elogiosa a la labor editorial del Director de la Revista de la Academia, Dr. Luis María Murillo, a cuyo esmero, devoción y habilidad, se debe el hecho de que los mapas y las figuras del trabajo, además de cumplir su natural cometido, hagan de él, junto con el texto, una pulcra y bella publicación, por la cual podemos felicitar muy de veras tanto a la Academia Colombiana de Ciencias, como al Dr. Murillo.

---

[1] W. D. Thornbury, "Principles of Geomorphology", John Wiley & Sons, N. York, 1954.
[2] C. M. Nevin, comunicación personal, 1960.
[3] J. Ortega y Gasset, "Misión de la Universidad", Obras Completas, Rev. de Occidente, Madrid, 1930.



Al hacer la reproducción facsímil de este mapa modificado por el doctor Hans Bürgl, se conservó el índice de la escala original. El de la reducción es de 1: 9.626.000 (N. de la D.)

INTRODUCCION

Según sus rocas, Colombia se divide en dos regiones principales:

A. Los Llanos Orientales, [F13-L9][1] en los cuales un basamento muy antiguo (Precambriano) está cubierto por capas marinas y terrestres mesozoicas y cenozoicas, relativamente planas y delgadas.

B. La Región geosinclinal Andina, la cual desde el Cambriano estuvo por largos períodos bajo el nivel del mar y donde se acumularon sedimentos marinos, continentales y volcánicos de muchos miles de metros de potencia. En varias de las fases de movimientos tectónicos, estas capas fueron plegadas o dislocadas, intruídas por magmas y solevantadas hasta formar cordilleras expuestas a la erosión.

Esta región de composición litológica, muy compleja se puede subdividir en:

1. La Cordillera Central [C12-E5], llamada por TULIO OSPINA (1911) la columna vertebral de los Andes colombianos, que está constituída en primer lugar, por rocas cristalinas e ígneas del Paleozoico antiguo. Su extensión septentrional forman la Sierra Nevada de Santa Marta [F3] y los núcleos antiguos de la Alta Guajira [H1-2].
2. La Cordillera Occidental [B12-D5] y la Serranía de Baudó [C9-B6] (o Cordillera Costanera) al oeste de la Cordillera Central, que constan predominantemente de rocas marinas y volcánicas del Mesozoico.
3. La Cordillera Oriental [C12-G2] que en primer lugar consta de sedimentos mesozoicos, pero que en sus "núcleos antiguos" (GERTH 1957) tiene también series de rocas paleozoicas y precambrianas de considerable potencia.

Las cordilleras andinas están separadas una de otra por depresiones morfológicas muy largas y angostas; entre las Cordilleras Costanera y Occidental se extienden las depresiones de los ríos San Juan [C9] y Atrato [C7-B6]. La Cordillera Central está limitada al oeste por las fosas del Patía [B12] y del Cauca [D8-E5] y al este por los valles de los ríos Magdalena [D11-E2] y César [F3]. Todas estas unidades morfológicas de los Andes colombianos tienen un rumbo general SSW-NNE.

PRECAMBRIANO

El basamento de los Llanos Orientales consta de neises (arcáicos?), que fueron intruídos y en gran parte reemplazados por magmas granosieníticas durante el Algonquiano. Según A. GANSSER (1954 y en D. TRUMPY 1943), todas las partes orientales de las Intendencias de Vaupés [I12] y Vichada [J9] y los alrededores de San José del Guaviare [G11] tienen un basamento de sienitas, caracterizadas por su contenido en microclina y cuarzo azul. A veces son abundantes en magnetita y los cristales de este mineral alcanzan hasta 20 cm. de diámetro, especialmente en las pegmatitas. En el Río Isaná [L12], en el límite entre Colombia y Brasil, afloran cuarcitas y esquistos sericíticos con magnetita, los cuales corresponden tal vez a las itabiritas del Cuadrilátero Ferrífero (base del Algonquiano Superior) en la provincia de Minas Gerais del Brasil.

El basamento cristalino de la Serranía de La Macarena [F11] comprende esquistos micáceos, paraneises, anfibolitas y ortoneises en parte granosieníticos, rocas seguramente de edad precambriana (A. GANSSER en D. TRUMPY 1943).

Los movimientos tectónicos que formaron las cordilleras andinas, solevantaron hasta la superficie rocas precambrianas en numerosos sitios. En Colombia, este es el caso particularmente en los "macizos antiguos" (H. GERTH 1957) de la Cordillera Oriental, que son (fig. 1): el Macizo de Garzón [D11], el Macizo de Quetame [F9], el Macizo de Guantiva [G8], el Macizo de Santander [G6] y el núcleo de la Serranía de Perijá [G3]. Como Arcaico se consideran los neises anfibólicos y micáceo-hornbléndicos del flanco occidental del Macizo de Garzón (E. GROSSE 1935, G. KEHRER 1935 y 1939, V. OPPENHEIM 1941, J. ROYO Y GOMEZ 1942, O. RENZ en D. TRUMPY 1943) y el neis al este de la línea Ocaña-Bucaramanga [F5-F6] en el Macizo de Santander.

El Algonquiano está representado en el interior del Macizo de Garzón por neis con intrusiones graníticas y dioríticas (G. KEHRER 1935, 1939); en el Macizo de Quetame por las filitas y cuarcitas de la "Serie de Quetame" (A. HETTNER 1892, E. A. SCHEIBE 1938, H. BÜRGL 1960 b); en el Macizo de Guantiva por neis cordierítico silimanítico y esquistos micáceos con cuarzo (G. BOTERO RESTREPO 1950) y en el Macizo de Santander por esquistos micáceos con moscovita (E. A. SCHEIBE 1938).

En la Sierra Nevada de Santa Marta [F3] (G. GANSSER 1955) y en la Alta Guajira [H1-2] (O. STUTZER 1937, H. BÜRGL 1960 a) se encuentran esquistos hornblendo-biotíticos y augito-anfibolíticos, que cambian lateralmente a neis con anfíbol y plagioclasa, probablemente de edad arcáica. Sobre estas series descansan esquistos micáceo-cuarcíticos algonquianos, los cuales también cambian a neises. La Cordillera Central probablemente contiene también rocas precambrianas pero allí es difícil distinguirlas de rocas metamórficas de menor edad.

Las rocas precambrianas de la región andina experimentaron variados cambios por movimientos tectónicos e intrusiones posteriores. El Escudo de Las Guayanas, como también los del Brasil y Patagonia en contraste, han sido poco disturbados desde el principio del Paleozoico (fig. 2).

Durante todo el "tiempo histórico" de la tierra, es decir, desde el Cambriano, dichos escudos formaron el antepaís de la región andina, cuyas depresiones marinas o terrestres se rellenaron con el detritos de la erosión de estos escudos.

CAMBRIANO Y ORDOVICIANO

Rocas y series

En varios lugares de La Macarena [F11] y en el camino que atraviesa la Cordillera Oriental al noroeste de Uribe [E10], afloran argilitas arenosas, micáceas, de

[1] Las letras y cifras entre corchetes se refieren a las coordenadas en el mapa de la figura 41.

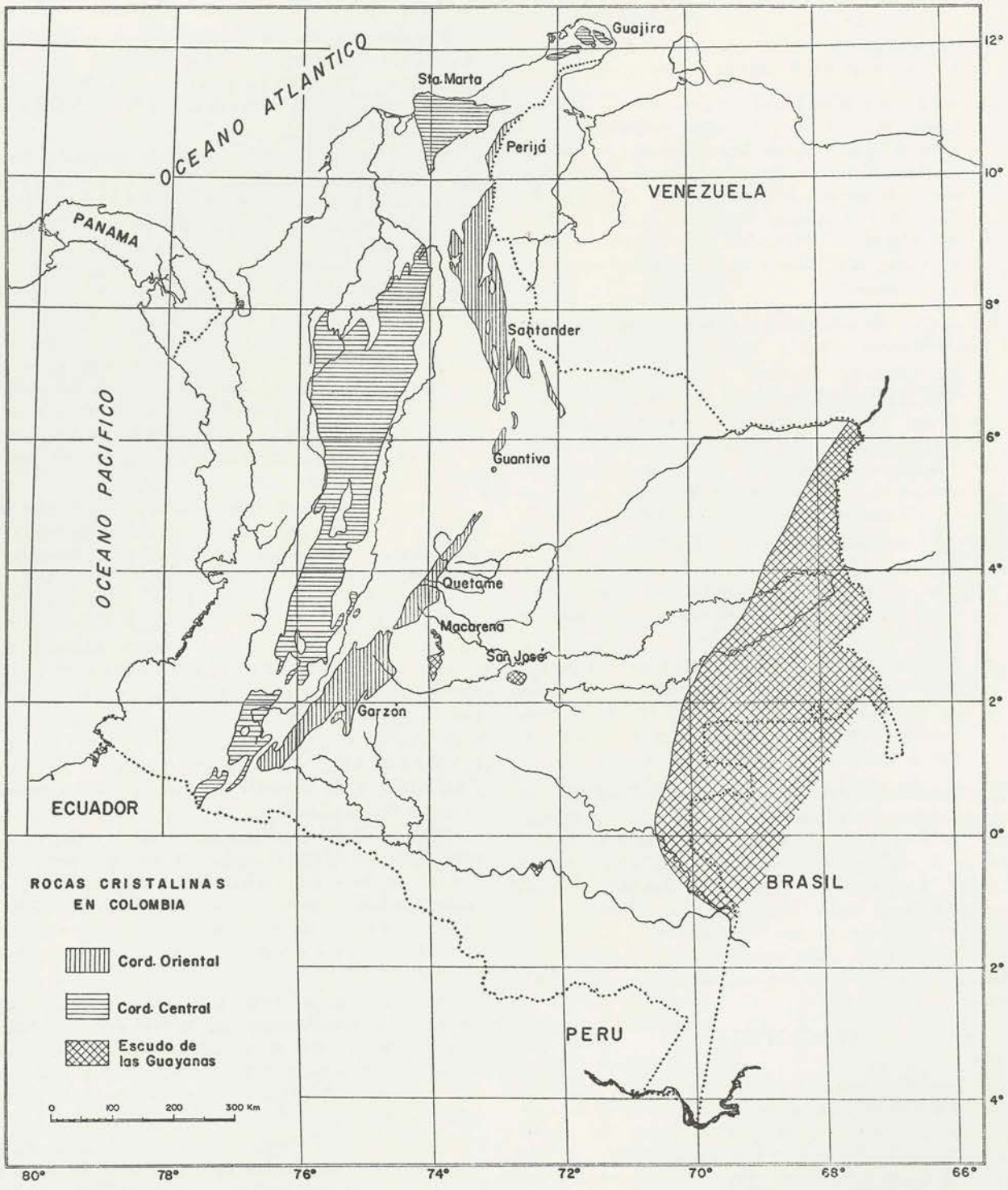


Fig. 1 — Distribución de rocas cristalinas del Precambriano y Paleozoico antiguo en Colombia; están situadas en la Cordillera Central, la Sierra Nevada de Santa Marta y la Alta Guajira, en los Macizos antiguos de la Cordillera Oriental (Garzón, Quetame, Guantiva, Santander, Perijá), en La Macarena y en el Escudo de Las Guayanas.

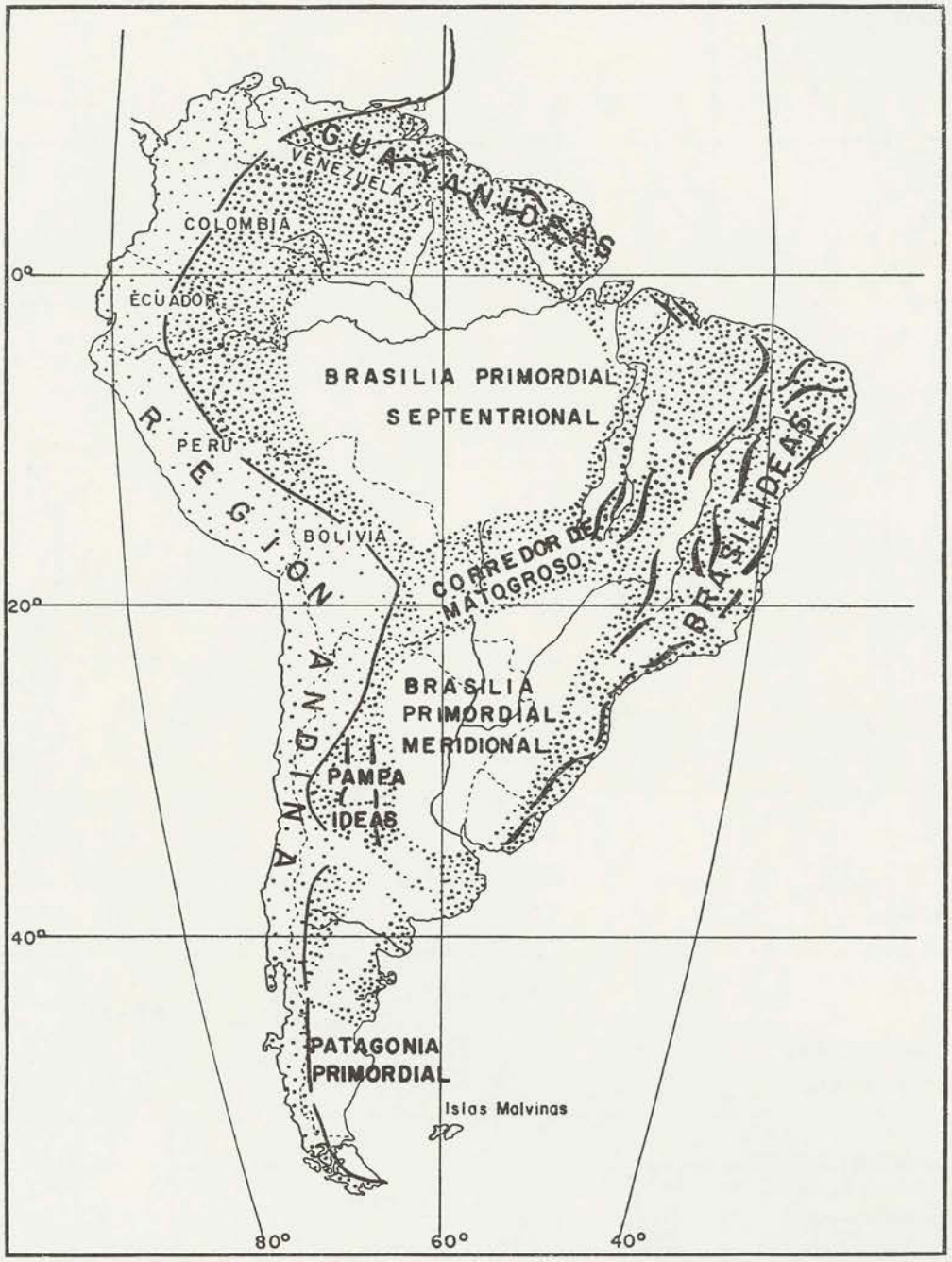


Fig. 2 — Las partes de Suramérica consolidadas antes del Cambriano según H. STILLE 1958 (modificado). En blanco dentro del continente: Suramérica primordial, consolidada antes del Neo-Algonquiano; puntos gruesos: regiones consolidadas por los plegamientos asínticos, es decir durante el Neo-Algonquiano; puntos finos: Región andina.

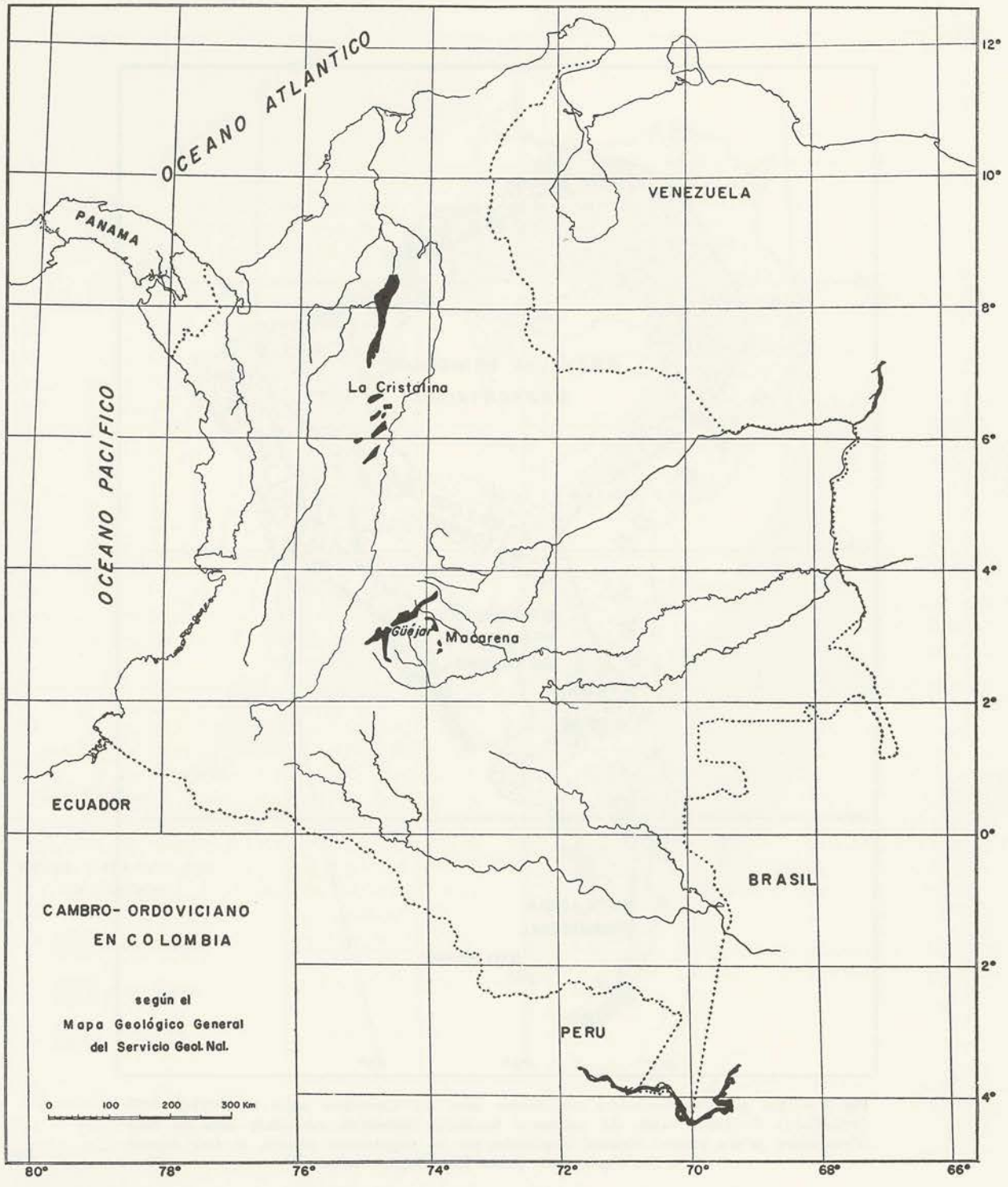


Fig. 3 - Afloramientos fosilíferos del Cambro-Ordoviciano en Colombia.

color gris oscuro y areniscas cuarcíticas pardas con fajas delgadas de caliza arenosa, a las cuales D. TRUMPY (1943) dio el nombre de "Serie de Güéjar" (fig. 3). Los fósiles colectados por A. Gansser, E. Hubach y O. Renz y estudiados por H. J. HARRINGTON & M. KAY (1951) indican que estos estratos fueron sedimentados en el Cambriano medio, Ordoviciano inferior (Tremadoquiano y Arenigiano) y Ordoviciano medio bajo (Llanvirniano). Cambro-Ordoviciano se encontró también en la perforación La Heliera 1 [HJ7] de la Mobil Oil Company, la cual alcanzó una profundidad de 2940 m. (O. SHOCKLEY 1960).

Otros sitios con fósiles (Graptolites) del Ordoviciano inferior se hallan situados en el flanco oriental de la Cordillera Central, cerca a Puerto Berrío [E7] y a Las Cristalinas (J. V. HARRISON 1930, G. BOTERO ARANGO 1940). Las capas que los contienen son también argilitas un poco arenosas, pero ligeramente metamórficas lo que quizá fue causado por la intrusión del batolito de Antioquia durante la fase orogénica caledónica, la cual se comentará más adelante.

En Colombia, además de estas series fosilíferas hay otras sin fósiles, que se consideran de edad cambro-ordoviciana. Esto se refiere particularmente al Grupo de Cajamarca [D9] (H. W. NELSON 1957). Su sucesión típica se encuentra entre Ibagué y Armenia [D9] en donde consta predominantemente de esquistos verdes (prasinitas), esquistos grafíticos, filitas cuarcíticas con intercalaciones de calizas cristalinas, a veces un poco cuarcíticas y grafíticas, y diabasas cristalinas. Esquistos de este tipo constituyen la mayor parte de la Cordillera Central en todo su curso desde El Banco [F4] hasta la frontera con Ecuador y parece que se encuentran también esporádicamente en la parte sur de la Cordillera Occidental.

Muy semejantes son los Esquistos de Santa Marta [E2]. A. GANSSER (1955) los describe como filitas arcillo-arenosas, esquistos verdes y diabasas dolerítica cristalinas, que forman la zona metamórfica externa de la Sierra Nevada de Santa Marta. Su equivalente es aparentemente la "Serie semimetamórfica" en la Alta Guajira [H1-2] (H. BÜRGL 1960 a). En el núcleo de la Serranía de Perijá [G3] se encuentran esquistos filíticos y verdes y en el Macizo de Santander [G6] esquistos arcillo-arenosos que pertenecen aparentemente al mismo conjunto.

D. TRUMPY (1943) supone que la Serie de Quetame sea la facies metamórfica de la Serie de Güéjar; pero anteriormente ya mencionamos que la opinión de A. HETTNER (1892) y E. A. SCHEIBE (1938) de que representan el Precambriano alto es más probable. Además, de ninguna manera se descarta que todas o algunas de las series no fosilíferas citadas en este capítulo sean de edad precambriana; la ausencia de fósiles en estratos con un grado muy bajo de metamorfismo merece especial atención.

E. HUBACH (1957 a) considera el Grupo de Cajamarca en su totalidad como mesozoico metamórfico y lo correlaciona con el Triásico de Payandé [D10], el Grupo de Dagua [C10] y el Grupo Diabásico. Es posible que la Cordillera Central contenga pequeñas manchas de Mesozoico metamórfico que son difíciles de separar del Grupo de Cajamarca; pero ésta no es una razón para considerar todo este conjunto como demasiado moderno. Además, se descarta por completo la posibilidad de edad mesozoica para los Esquistos de Santa Marta, la Serie semimetamórfica de la Alta Guajira y los esquistos filíticos de la Cordillera Oriental que se tratan en este conjunto, por su posición debajo de la Formación Girón.

Fauna

En Colombia, al igual que en otras partes de la tierra, los fósiles más importantes del Paleozoico inferior son los Trilobites, los Braquiópodos y los Graptolites.

Los restos de Trilobites, hallados en Colombia no son tan perfectos ni tan numerosos como en algunos lugares de Canadá, Escandinavia o Bohemia. Pero en su mayoría se pueden identificar con géneros ya conocidos en otras regiones. Del Cambriano medio H. J. HARRINGTON & KAY (1951) determinaron dos nuevas especies de *Ehmania;* del Tremadoquiano y Arenigiano (Ordoviciano Inferior) *Geragnostus, Kainella, Pseudokainella?, Megalaspis, Raphiophorus?, Symphysurus, Tropidopys* y varios otros.

En la Macarena se hallaron los Braquiópodos *Obolus, Lingulella, Acrotreta* y *Nanorthis* (?) y los Graptolites *Dichograptus, Didymograptus* y *Tetragraptus. Didymograptus* y *Dichograptus* se hallaron también entre Las Cristalinas y Puerto Berrío en la Cordillera Central (J. V. HARRISON 1930).

Paleogeografía

HARRINGTON & KAY (1951) suponen que la Serie de Güéjar fue depositada en el margen de un miogeosinclinal que recibió sus sedimentos de una tierra firme situada al oeste del Escudo de Las Guayanas. Las capas de Las Cristalinas en la Cordillera Central se distinguen litológicamente poco de las de La Macarena. La Serie de Cajamarca y los Esquistos de Santa Marta, para los cuales A. GANSSER (1955) y H. W. NELSON (1957) suponen una edad cambro-ordoviciana, también fueron depositados en un mar de poca profundidad en forma de arcillas, arenas finas, margas dolomíticas y derrames diabásicos. La gran extensión de estos sedimentos parecidos indica que existió en el Cambro-Ordoviciano un mar somero, cuyo fondo hundió muy lentamente permitiendo la acumulación de estas series uniformes. Según HARRINGTON & KAY (1951), la fauna indica conexiones de este mar con el Perú oriental, Bolivia y Argentina por un lado y con Canadá, Gales y Escandinavia por otro.

Movimientos tectónicos pre-devonianos

El Ordoviciano superior y el Siluriano (Gotlandiano en la terminología europea) no están representados en Colombia, al menos no por capas fosilíferas. Durante este interespacio tuvieron lugar movimientos tectónicos bastante intensos, acompañados en la Cordillera Oriental por intrusiones de granito. A esta fase pertenecen el granito biotítico de San Sebastián (Sierra Nevada de Santa Marta, A. GANSSER 1955), el granito biotítico de la Serranía de Macuira (Alta Guajira, O. STUTZER 1928, H. BÜRGL 1960 a), del Macizo de Santander (HETTNER 1892, H. STILLE 1907, E. A. SCHEIBE 1938) y las granodioritas del Macizo de Garzón (G. KEHRER 1935, las considera como terciarias). Es muy probable que con estas intrusiones en la Cordillera

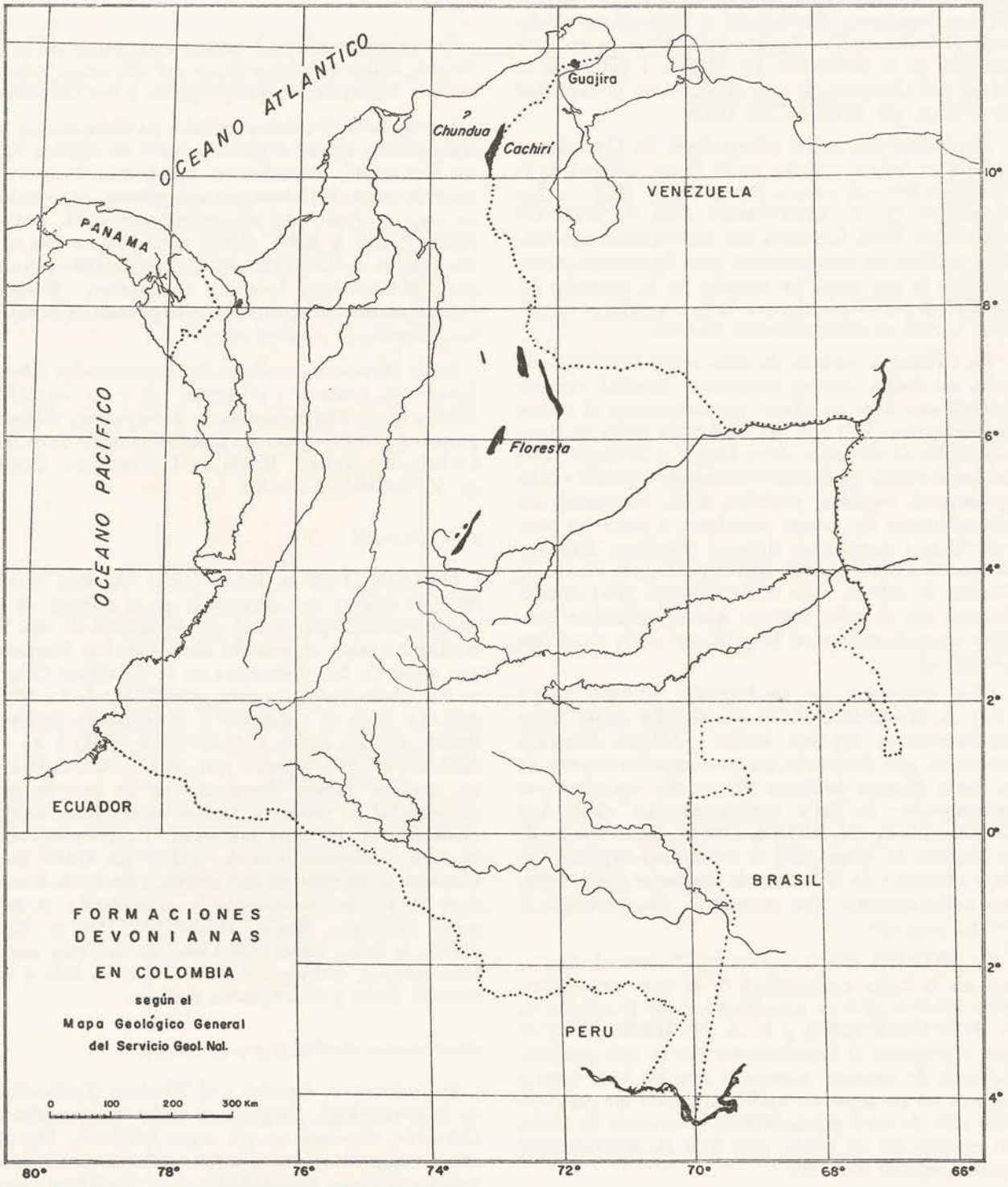


Fig. 4 — Afloramientos del Devoniano Medio en Colombia.

Oriental se correlacionen las granodioríticas de Antioquia [D7], Ibagué [D9] y otros extensos batolitos granodioríticos en la Cordillera Central. Aparentemente, las intrusiones no afectaron solamente la región andina sino también el Escudo de Las Guayanas. Prueba de esto es la muestra de una pegmatita colectada por José Manuel Carvajal en los alrededores de San José de Guaviare [G11], cuya edad fue determinada en 436 millones de años, lo que corresponde al Ordoviciano superior (U. S. ATOMIC ENERGY COMMISSION 1958).

Las dislocaciones e intrusiones predevonianas se correlacionan con las fases caledónicas en Europa.

DEVONIANO

Generalidades

Las cordilleras andinas caledónicas habían sido erodadas y aplanadas, cuando el mar entró nuevamente a la tierra colombiana y depositó nuevos sedimentos sobre los anteriores. Este avance marino tuvo lugar al principio del Devoniano Medio y sus depósitos comprenden las formaciones Floresta [G8] y Río Cachirí [G3] (fig. 4).

El Devoniano se descubrió primero en el territorio venezolano de la Serranía de Perijá (Formación Río Cachirí). Después Scholl y Remington lo hallaron también en el flanco colombiano de esta serranía [1]. Talvez a las mismas regiones (Curumaní-Santa Isabel y al este de Manaure [F3]) se refiere D. TRUMPY 1943. Según E. Hubach (en D. TRUMPY 1943) su presencia en el Macizo de Santander (Labateca [G6]) es por lo menos probable. El sitio más típico del Devoniano colombiano lo descubrieron A. A. Olsson y P. Dickey en Floresta [G8] en el Macizo de Guantiva (A. A. OLSSON & K. E. CASTER 1937, G. BOTERO RESTREPO 1950). Después fue encontrado en el Macizo de Quetame (E. A. SCHEIBE 1938, D. TRUMPY 1943, BÜRGL 1957 y 1960 b) y por último en la Alta Guajira (H. BÜRGL 1960 a). Parece por lo tanto, que el Devoniano forma una capa casi continua en el subsuelo de la Cordillera Oriental desde el Río Ariari [EF10] hasta la Península de la Guajira [H1], mientras que se desconoce en otras partes de Colombia. TULIO OSPINA (1911) y R. SCHEIBE (1926) suponen, que el Occidente Andino era tierra firme durante el Paleozoico moderno. En estas opiniones se basan aparentemente los mapas paleogeográficos de H. & G. TERMIER (1952, cartes XVI y XVII), que muestran en el Carboniano y Permiano una "Tierra Caribe", que comprende el Occidente Andino de Colombia, América Central y las Islas Antillas.

Rocas

La Formación Río Cachirí tiene casi 2500 m. de potencia, mientras que en Curamaní-Santa Isabel [G3] se midieron 620 y en Floresta [G8] 710 m. El Devoniano siempre descansa discordantemente sobre los estratos más antiguos. Su base consta de conglomerados finos y guijosos de pocos metros de espesor, mientras que la mayor parte comprende una serie irregular de pizarras arcillosas y lutitas negras, grises o rojas y areniscas grises, micáceas y cuarcíticas. Entre éstas están intercalados bancos de calizas gris azulosas hasta negruzcas o marrones, con frecuencia fosilíferas. Estos estratos se depositaron en un mar bastante uniforme de no más de 100 m. de profundidad, que también recibió sus sedimentos del Escudo de Las Guayanas. Su costa occidental no se conoce hasta el momento.

[1] No en la Península de la Guajira en sentido estricto como lo cita CH. SCHUCHERT 1935, p. 672.

Fauna

En las formaciones devonianas los fósiles están restringidos a algunos pocos horizontes arcillosos y calcáreos, pero en éstos se encuentran a veces en gran abundancia. Los más frecuentes en Colombia son los Braquiópodos, los cuales alcanzan su máximo desarrollo en el Devoniano. Particularmente característicos son los Espiriferáceos, los cuales se distinguen claramente de los Braquiópodos cambro-ordovicianos por sus alas alargadas y sus costillas fuertes (figs. 5 y 6). En la fauna de Floresta, K. E. CASTER (1939) distinguió 41 especies de Braquiópodos y las correlacionó con el Devoniano Medio (Onondagiano y Hamiltoniano) de la región atlántica de Norteamérica.

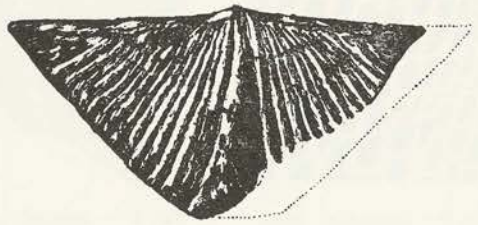


Fig. 5 — *Brachyspirifer* (?) *palmerae* CASTER del Devoniano Medio de Floresta, según K. E. CASTER 1939.

En gran abundancia se encuentran también los restos de Briozoos. A. A. MCNAIR (1940) describió 10 géneros con 24 especies de la Formación Floresta. Todas las especies son nuevas (figs. 7 y 8); sin embargo, nueve de éstas presentan afinidades con Briozoos del Devoniano Medio de Norteamérica oriental, particularmente del Hamiltoniano.

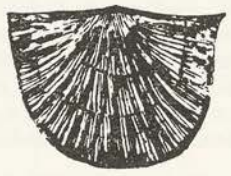


Fig. 6 — *Stropheodonta kozlowskii* CASTER del Devoniano Medio de Floresta, según K. E. CASTER 1939.

Los Trilobites son muy escasos; A. A. Olsson y P. Dickey hallaron en Floresta solamente tres especies (A. A. OLSSON & K. E. CASTER 1937, K. E. CASTER 1939). Entre los fósiles devonianos, que R. Wokittel colectó en los Farallones de Medina [F9] y de Sumapaz (Gutiérrez) [EF9] del Macizo de Quetame existen fragmentos de un Trilobites gigante del género *Coronura (?)*, que probablemente alcanzó 35-40 cm. de largo (BÜRGL 1957). Este no es el más grande del mundo, porque la especie *Uralichas riberoi* hallado en Portugal alcanza 70 cm. de largo. Sin embargo, comparado con la mayoría de los Trilobites, este gigante, que se conserva en el Museo Geológico Nacional de Bogotá, merece especial atención.

En 1917, en la Quebrada Honda al norte de Villavicencio [F9], Roberto Scheibe halló un guijarro de unos diez centímetros de diámetro, compuesto de grauvacka areniscosa gris negra, dura, de grano fino y rica en mica, que contiene restos relativamente completos de un Crinoideo. Este fue estudiado por W. E. SCHMIDT (1938) y recibió el nombre de *Bogotacrinus scheibei* E. W. SCHMIDT (fig. 9). Este autor pensó que se trataba de un fósil del Devoniano inferior. Pero la concordancia litológica del guijarro con las capas del Devoniano medio, descubiertas posteriormente, hace suponer que también este Crinoideo pertenezca a la parte media del Devoniano.



Fig. 7 — *Fenestellina colombiana* McNAIL del Devoniano medio de Floresta, Boyacá. Según McNAIL, 1940.

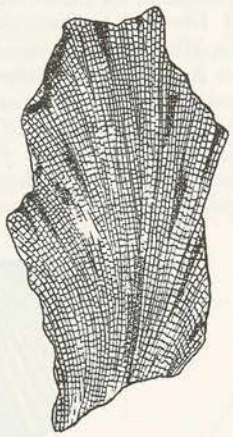


Fig. 8 — *Fenestella venezuelensis* WEISBORD del Devoniano medio del Río Cachirí; según WEISBORD 1926.

Los paleontólogos que estudiaron los fósiles devonianos de Colombia y la parte oriental de la Serranía de Perijá (N. E. WEISBORD 1926, Galloway en SCHUCHERT 1935, K. E. CASTER 1939, A. H. MCNAIR 1940, J. ROYO Y GOMEZ 1942, Emeis y J. S. Williams en D. TRUMPY 1943, BÜRGL 1957) con la excepción de W. E. SCHMIDT (1938) llegaron al resultado de que el Devoniano fosilífero de Colombia corresponde al Devoniano medio, es decir, al Onondagiano y Hamiltoniano. Sin embargo, es muy posible que las partes altas no fosilíferas se sedimentaran en el Devoniano superior. Casi con seguridad podemos suponer pues, que el Devoniano inferior falta en Colombia; su límite septentrional queda por lo tanto, más al sur que lo indicado por L. G. WEEKS (1947).

Movimientos tectónicos

En todos los sitios donde su base está expuesta, se observa que el Devoniano medio descansa discordantemente sobre los estratos más antiguos (fig. 10). Esta discordancia se correlaciona tal vez con la fase acádica en Norteamérica o con otras más antiguas del ciclo caledónico (R. C. MOORE 1958, p. 192). Por su parte en lo general está concordantemente superpuesto por el Carboniano, solamente en el Macizo de Guantiva (Floresta), G. BOTERO RESTREPO (1950, pp. 265 y 276) observó discordancias locales y suaves entre ambos pisos en la carretera Santa Rosa de Viterbo [FG8]-Floresta [G8]. Sin embargo, este autor no está seguro, de si se trata más bien de inconformidades causadas por fallas o plegamientos disarmónicos posteriores. En la misma región, el Devoniano y los esquistos y neises infrayacentes están intruídos por granitos; no se ha podido comprobar si estas rocas ígneas intruyeron también al Carboniano y Rético-Liásico. Se podría pensar que las discordancias entre el Devoniano y Carboniano y las

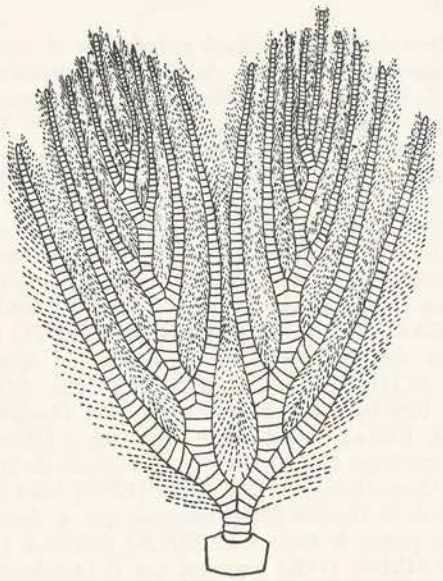


Fig. 9 — *Bogotacrinus scheibei* W. E. SCHMIDT; reconstrucción de los brazos de un radio, según W. E. SCHMIDT 1938.

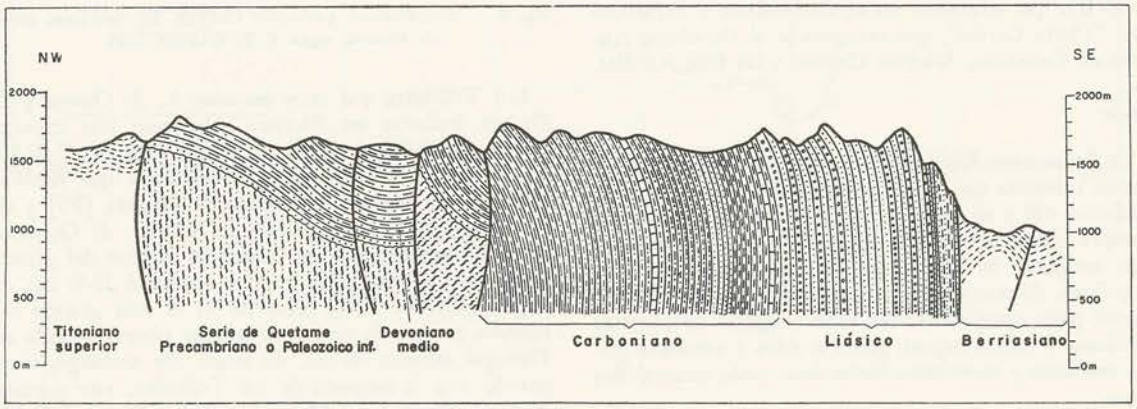


Fig. 10 — Corte a través del Precretáceo del río Batá en el Macizo de Quetame.

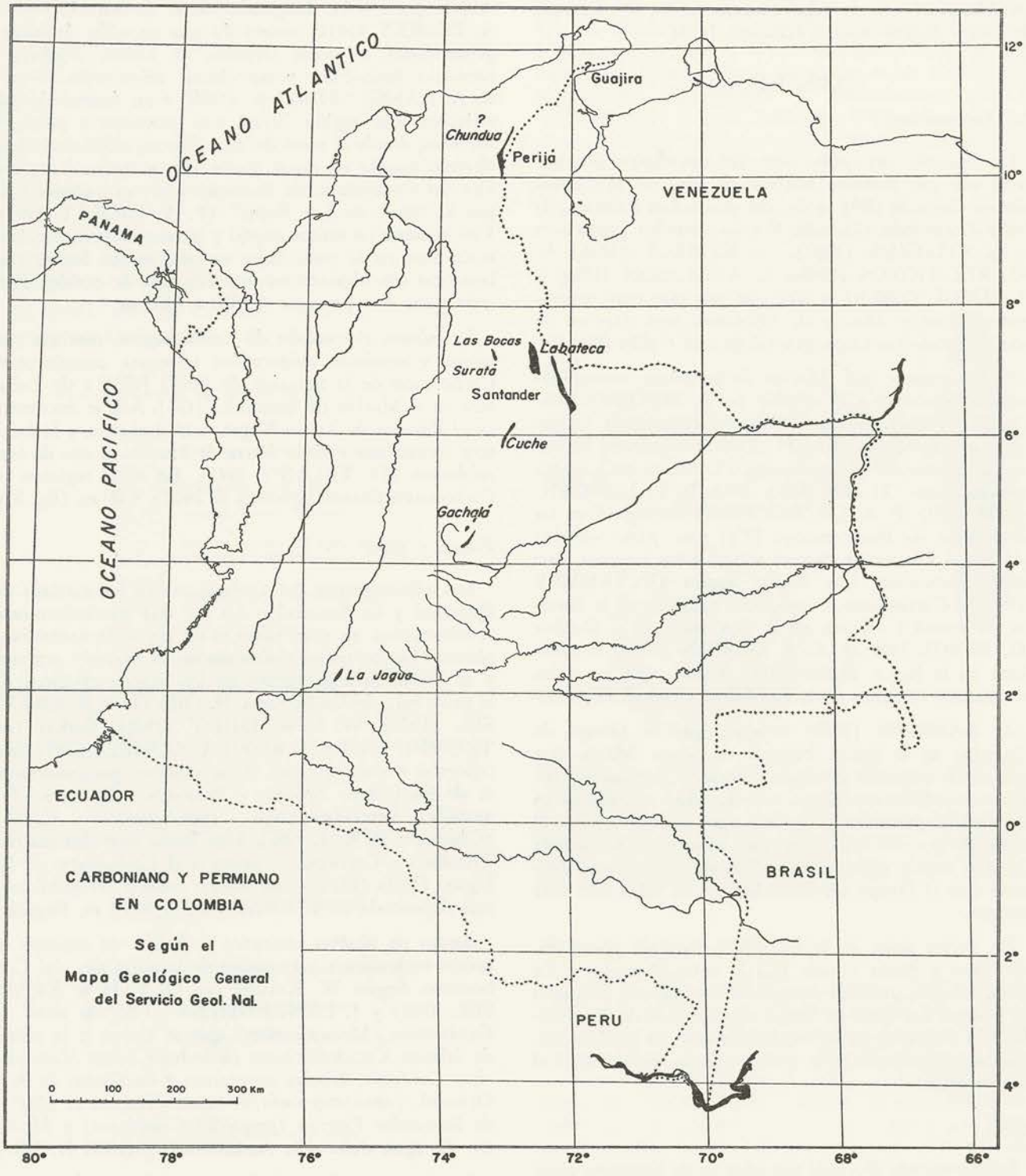


Fig. 11 — Afloramientos del Carboniano y Permiano en Colombia.

intrusiones graníticas fueron causadas por movimientos tectónicos al final del Devoniano (fase bretónica?), pero G. BOTERO RESTREPO (1950) está más inclinado a considerarlas como productos de movimientos posteriores.

También TRUMPY (1943) menciona intrusiones graníticas, tal vez de edad precarboniana, del Páramo de Tierra Negra cerca a Labateca [G6].

CARBONIANO

Las formaciones

En Colombia, el Carboniano fue descubierto por primera vez por Roberto Scheibe en 1917 en el camino Medina-Gachalá [F9] arriba del punto Las Palmas y lo llamó Formación Gachalá. Por los estudios posteriores de O. STUTZER (1927), G. KEHRER (1933), V. SUAREZ HOYOS (1945), A. A. OLSSON (1956) y H. BÜRGL (1960 b) se sabe que este piso tiene amplia extensión en el Macizo de Quetame, pero aún no ha sido elaborado un mapa general de esta región (fig. 10).

El Carboniano del Macizo de Guantiva conocemos particularmente por el estudio de G. BOTERO RESTREPO (1950), quien lo designó Formación Cuche (=? Soapaga E. HUBACH 1933). También en el Macizo de Santander (Bucaramanga, Labateca etc.), ocupa extensas áreas (D. TRUMPY 1943, R. L. LANGENHEIM 1959). P. A. DICKEY (1941) distinguió en los alrededores de Bucaramanga [F6] una parte inferior que llamó Formación Suratá y una parte superior, que llamó Formación Las Bocas. Según D. TRUMPY (1943) el Carboniano se encuentra también en la Serranía de Perijá y tal vez en la Península de la Guajira (H. BÜRGL 1960 a). A. A. OLSSON (1956) lo menciona en la Jagua, Huila [D11]. Existe pues, en todos los macizos antiguos de la Cordillera Oriental (fig. 11).

A. GANSSER (1955) supone, que el Grupo de Chundua en la Sierra Nevada de Santa Marta, que consiste de esquistos grafíticos, dioríticos, areniscas cuarcíticas y calizas cristalinas, sea de edad neopaleozoica (carboniana-permiana). Sin embargo, si consideramos el hecho de que los estratos de esta edad en la Cordillera Oriental nunca están metamorfizados, parece más probable que el Grupo de Chundua sea de edad aún más antigua.

En varios sitios de la Cordillera Central, por ejemplo cerca a Santa Leticia [C11], entre Popayán y La Plata, afloran areniscas compactas con láminas delgadas de grafito. En éstos se hallan impresiones de Equisetidae (?) y esporas no determinadas aún. Es posible aunque no comprobado, que estas areniscas pertenezcan al Carboniano.

Rocas

La *Formación Gachalá* del Macizo de Quetame tiene una potencia de más de 2.000 m. y consta de areniscas un poco cuarcíticas y argilitas duras de colores brillantes rojo y verde. Estas contienen algunos bancos de 1-3 m. de calizas compactas, las cuales contienen ocasionalmente abundantes Braquiópodos, Corales tabulados *(Chaetetes)* y troncos de Crinoideos (fig. 10).

Litológicamente muy semejantes son las argilitas y arcillas pizarrosas de color amarillo hasta rojo-violáceo de la *Formación Cuche* en el Macizo de Guantiva. Pero faltan allí las intercalaciones calcáreas fosilíferas y la edad carboniana está indicada por un solo hallazgo del Lamelibranquio *Palaeoneilo sulcatina* (CONRAD).

Magníficos afloramientos del Carboniano se encuentran inmediatamente al norte de Bucaramanga [F6]. Allí la parte baja, designada "Serie de Suratá" por P. A. DICKEY (1941) consta de una sucesión de lutitas grises duras, en parte arenosas, de lutitas, argilitas y areniscas limoníticas y cuarcíticas abigarradas. Según R. A. LANGENHEIM Jr. (1959) éstas fueron depositadas en una región litoral con pantanos y planicies fluviales, donde el nivel del mar fluctuó sedimentándose alternadamente en capas marinas y terrestres. La parte alta del Carboniano de Bucaramanga está representada por la "Serie de Las Bocas" (P. A. DICKEY 1941). Esta consiste en lutitas negras y pardas oscuras, con arenisca fina en la parte baja; encima siguen lutitas carbonáceas con algunos mantos delgados de carbón. Esta serie tiene una potencia de 500 a 1000 m.

La misma alternación de lutitas negras, marinas con lutitas y areniscas abigarradas terrestres constituye el Carboniano de la Serranía de Perijá [G3] y de Labateca en el Macizo de Santander [G6]. Allí se encuentra en el Páramo de Tierra Negra entre Labateca y la frontera venezolana y en la Sierra de Murillo al este de esta población (D. TRUMPY 1943). En estas regiones el Carboniano alcanza espesores de 2400 y 4000 m. (fig. 12).

Fauna y flora

Los afloramientos del Carboniano en los macizos de Quetame y de Santander son los que particularmente suministraron un gran número de restos de animales y plantas. Los animales fósiles son en su mayoría marinos y se hallan principalmente en los bancos calcáreos de la parte baja del Carboniano. H. GERTH & R. KRÄUSEL (1931), W. E. SCHMIDT (1938), Barker (en TRUMPY 1943) y J. ROYO Y GOMEZ (1945) describieron o determinaron Braquiópodos, particularmente de los grupos *Spirifer* y *Productus,* Briozoos *(Fenestella),* Lamelibranquios *(Aviculopecten)* y Corales (*Chaetetes,* BÜRGL 1957). Una fauna muy distinta con Trilobites y Cefalópodos presenta el Carboniano de La Jagua, Huila [D11]. Esta fauna, todavía no publicada, está depositada en la colección de la Shell en Bogotá [1].

Restos de plantas terrestres se hallan en especial en lutitas carbonáceas y areniscas de la parte alta del Carboniano. Según W. Kräusel (en GERTH & KRÄUSEL 1931) y J. LANGENHEIM (1959) se trata de Equisetinae *(Mesocalamites)* que se elevan a la altura de árboles, Cicadofilicíneas (helechos) como *Neuropteris* y *Cordaites,* árboles semejantes a las Ginko de Asia Oriental. Junto con éstos se encuentran en el Macizo de Santander Esterias (pequeños Crustáceos) y Moluscos de agua dulce (R. A. LANGENHEIM Jr. 1959).

Las faunas y floras indican que el mar del Carboniano inferior (Misisipiano) avanzó rápidamente sobre la parte oriental de la Región Andina, y después se llenó con sedimentos. Durante el Carboniano Superior (Pensilvaniano) regresó paulatinamente y extensas sel-

---

[1] El autor expresa su agradecimiento al Dr. A. Maurenbrecher estratígrafo-jefe de la Compañía Shell-Cóndor S. A., por haberle permitido observar tan interesante fauna.

vas en parte pantanosas avanzaron sobre el fondo anteriormente marino.

PERMIANO

Rocas y faunas

En los macizos de Santander, Guantiva y Quetame siguen encima de la capa más alta con fósiles carbonianos varios cientos de metros de areniscas no fosilíferas con marcas de oleaje, que fueron depositadas en aguas de solo 10 m. de profundidad. Estas areniscas litorales pertenecen tal vez ya al Permiano, como lo indica el hallazgo de un *Mooreoceras* al norte del Río Blanco en el municipio de Guayabetal [F9]. A base de lagunas en la sedimentación y ligeras discordancias locales, G. BOTERO RESTREPO (1950) cree poder subdividir la Formación Cuche en tres partes, correspondientes al Carboniano inferior (Misisipiano), al Carboniano superior (Pensilvaniano) y al Permiano.

El único sitio en Colombia donde se han hallado abundantes fósiles marinos del Permiano, es la Serranía

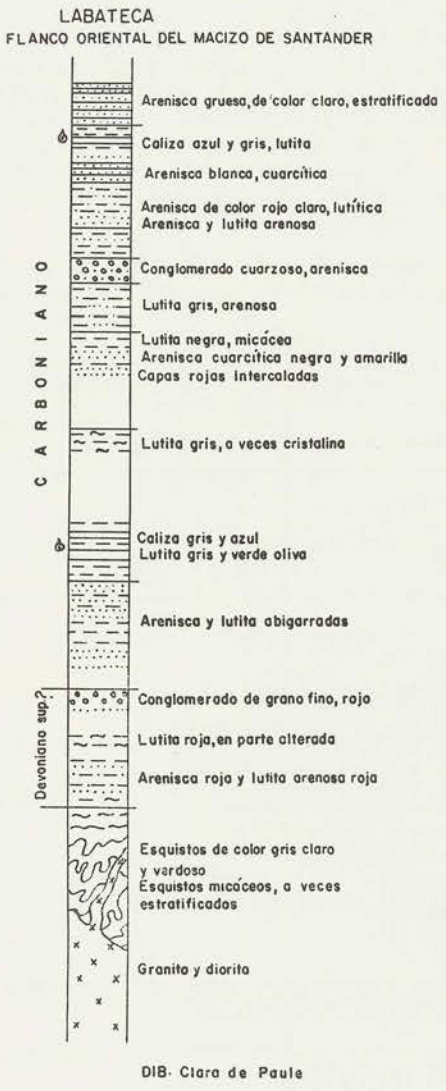


Fig. 12 — Columna estratigráfica del Pre-Girón de Labateca en el flanco oriental del Macizo de Santander, según E. Hubach en TRUMPY 1943.

de Perijá. Según O. Renz (en TRUMPY 1943) se hallan en una caliza ligeramente dolomítica con láminas y nódulos de lidita negra.

Los fósiles son abundantes y consisten en restos de esponjas, Crinoideos, muchos Braquiópodos, Gasterópodos y los géneros *Medlicottia* y *Perrinites* de los Cefalópodos amonoideos y *Tinacoceras* de los nautiloideos (A. K. MILLER & V. ST. WILLIAMS 1945). Cerca a Manaure también J. Wyatt Durham y O. L. Haught colectaron *Medlicottia* y *Perrinites* y los Cefalópodos nautiloideos *Mooreoceras* y *Domatoceras* (M. L. THOMPSON & A. K. MILLER 1949). Las capas contienen también los Foraminíferos *Stafella, Schubertella, Pseudoschwagerina* (fig. 13), *Parafusulina* (fig. 14) y otros. Son formas con una concha calcárea robusta que vivieron en aguas agitadas cerca a la costa y a arrecifes. Los fósiles de Manaure indican la presencia del Permiano inferior (Wolfcampiano), medio (Leonardiano y Guadalupiano) y tal vez superior.

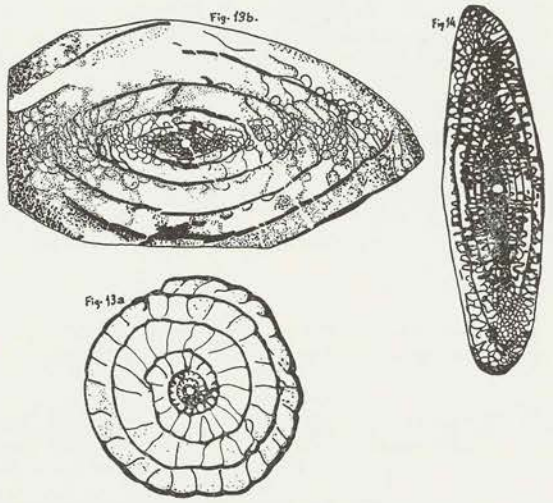


Fig. 13 — Secciones sagitales y axiliales del Foraminífero *Pseudoschwagerina dallmusi* THOMPSON MILLER? del Permiano de la quebrada Manaure, 4.5 km. E Manaure, Departamento de Magdalena. Aumento 10x. Según THOMPSON & MILLER 1949.
Fig. 14 — Sección axial de *Parafusulina trumpyi* THOMPSON & MILLER, del Permiano del río Molino, 6 km. aguas arriba de la población de Molino, Magdalena. Aumento 10x. Según THOMPSON & MILLER 1949.

El límite Paleozoico-Mesozoico

La figura 15 muestra de una manera gráfica la sucesión pre-titoniana de los macizos antiguos de la Cordillera Oriental. Si consideramos los estratos paleozoicos conjuntamente, llama nuestra atención en primer lugar, su facies uniforme en una distancia total de 700 km. de agua baja (litoral y epinerítica) en todas las series. Esto indica que son depósitos de mares sucesivos, que fueron muy amplios pero uniformes y en los cuales el mar nunca alcanzó gran profundidad. La cuota de sedimentación era de máximo 5 cm. en mil años, velocidad muy baja comparada con la de la sedimentación en el Mesozoico y Terciario de la misma región.

En el Perú, por contraste, se conocen depósitos paleozoicos de aguas más profundas y de gran espesor; solamente el Permo-Carboniano tiene allí un espesor de 10.000 m. (NEWELL, CHRONIC & ROBERTS 1953). Parece por lo tanto, que el territorio andino co-

lombiano formó durante el Paleozoico una estribación de poco hundimiento de un extenso geosinclinal, que tuvo su centro en el Perú.

La uniformidad del mar del Oriente Andino se termina al final del Paleozoico. Los sedimentos mesozoicos indican irregularidades del basamento, islas solevantadas y regiones unas de mayor y otras de menor hundimiento. Las capas mesozoicas casi siempre reposan discordantemente sobre las más antiguas. H. W. NELSON (1957) describe rocas extrusivas riodacíticas de edad permo-triásica en la región al sur de Ibagué [D9]. Todos estos fenómenos indican, que al final del Paleozoico tuvieron lugar movimientos tectónicos, pero no tanto a manera de plegamientos sino más bien de movimientos de bloques a lo largo de fallas, como se observan también en otras partes de los Andes (H. GERTH 1955). Estas dislocaciones se correlacionan con fases tardías del ciclo varíscico.

En Colombia, el resultado más importante de estos movimientos fue la separación de la región andina en dos partes: la occidental y la oriental, separadas por lo menos temporalmente por una barrera que llamamos el Umbral Interandino. Del Triásico en adelante, el Occidente y el Oriente andinos se manifiestan como distintas provincias sedimentarias, magmáticas y tectónicas.

TRIASICO Y LIASICO

a) Oriente Andino

Grupo de Payandé

Las rocas mesozoicas más antiguas las encontramos en los alrededores de Payandé y Chaparral [D10] (E. JAWORSKI 1922, O. RENZ en D. TRUMPY 1943, H. W. NELSON 1957). Consisten de una sucesión de capas rojas continentales, con una caliza marina lidítica de 600 m. en su parte media. D. TRUMPY (1943) designó este horizonte calcáreo como Formación Payandé. H. W. NELSON (1957) distinguió además, una Formación Pre-Payandé y otra Post-Payandé.

El Pre-Payandé consta de 300 a 400 m. de conglomerados, areniscas arcósicas y argilitas abigarradas. Los componentes que constituyen estas rocas son fragmentos de granodioritas, dacitas, riolitas y porfiritas, las cuales después del solevantamiento de la Cordillera Central a lo largo de fallas, fueron transportados por torrentes y depositados en las planicies en su pie oriental (H. W. NELSON 1957). Sobre estos sedimentos continentales transgredió el mar y depositó 600 m. de calizas arenosas desde gris azulosas hasta negras, con algunas intercalaciones de areniscas, lutitas pizarrosas, lidita negra y brechas calcáreas, que constituyen la Formación Payandé. En su parte inferior, algunos bancos o lentejones contienen fósiles de edad carniana (Triásico superior basal) como Equínidos, Crinoideos *(Pentacrinus)*, Gasterópodos y el Lamelibranquio *Myophoria jaworskii*. En su parte alta se hallaron Amonitas *(Nevadites, Anolcites)* y el Lamelibranquio *Pseudomonotis ochotica,* fósiles guía del Noriano (JAWORSKI 1922, TRUMPY 1943). La Formación Payandé fue intruída posteriormente por diques granodioríticos (L. TRUMPY las clasifica como porfiríticos) que transformaron en sus contactos las calizas en mármol y las areniscas en hornfels verdoso.

Sin límite preciso, las capas marinas de Payandé transgreden hacia arriba a estratos volcánicos continen-

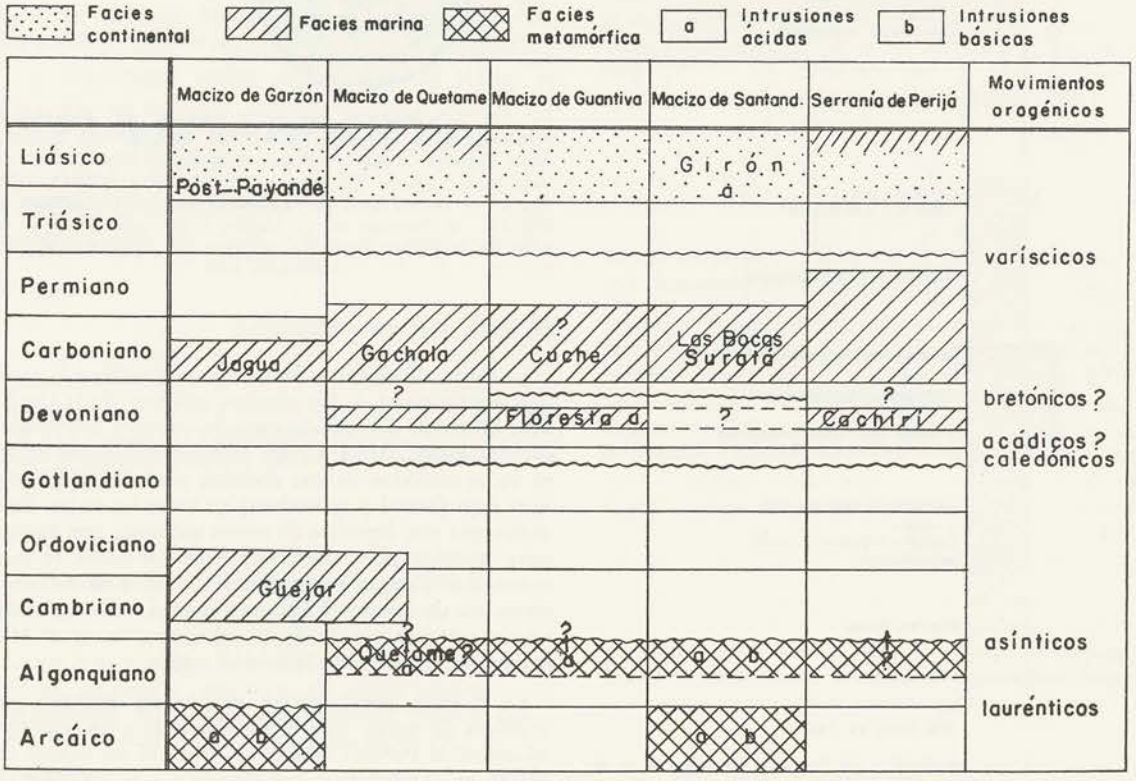


Fig. 15 — Estratos pre-titonianos en los macizos antiguos de la Cordillera Oriental.

tales que constituyen la parte baja del Post-Payandé. Son aglomerados piroclásticos, tobas y derrames volcánicos de composición riolítica hasta andesítica. Cerca a Payandé tienen una potencia de 500 a 600 m. (H. W. NELSON 1957). Hacia el sur se conectan probablemente con las cuarzo-porfiritas del Río Páez [D11]. La parte alta del Post-Payandé, bien expuesta en el Río Saldaña entre Coyaima y Ataco [D10] y al este del Río Magdalena entre Prado y Dolores [E10], comprende conglomerados y areniscas arcósicas abigarradas con troncos silicificados de árboles (Coníferas). Estos sedimentos del Post-Payandé fueron depositados en un ambiente continental y se correlacionan con el Grupo de Girón (Rético-Liásico) de las partes septentrionales de la Cordillera Oriental.

Grupo de Girón

Desde su creación por A. HETTNER en 1892, el término Girón fue aplicado a estratos de muy distinta edad, desde Carboniano hasta Neocomiano. Hoy se restringe el nombre Formación o Grupo de Girón a los sedimentos, predominantemente continentales, de edad reticoliásica de la Cordillera Oriental. En la región típica, los alrededores de la población de Girón al suroeste de Bucaramanga [F6], fue estudiado detalladamente por R. L. LANGENHEIM (1959). Consiste allí en su parte inferior (750 m.) de areniscas grises, cuarcíticas, feldespáticas, con frecuencia conglomeráticas y de argilitas abigarradas. En la parte media, de 1250 m. de espesor, predominan limolitas y argilitas de color gris oscuro, rojo y verde. En la parte alta (1500 m.) se encuentran nuevamente en primer lugar, areniscas arcósicas (feldespáticas) de color gris pardo, con pocas intercalaciones delgadas de lutita y limolita gris verdosa. Con pocos cambios litológicos esenciales, la Formación Girón se extiende de ahí hacia el interior del Macizo de Santander, donde reduce pronto su espesor y desaparece por completo cerca a la población de California [G6] (M. JULIVERT 1959). Hacia el suroeste se continúa en la Cordillera de Los Cobardes al norte de Vélez. La Formación Girón ocupa amplias áreas en las vertientes del valle del Río Magdalena entre Puerto Wilches [F6] y El Banco [F4-5], en el Valle César [F3] y en la Alta Guajira [H1-2].

En las zonas occidentales de la Cordillera Oriental, el Girón contiene en su parte inferior extensas intercalaciones de pórfido cuarcítico. Algunos horizontes en los alrededores de Aguachica [F5] pueden alcanzar hasta varios centenares de metros (DICKEY 1941). En el flanco suroriental de la Sierra Nevada de Santa Marta, los pórfidos se vuelven muy macizos y están atravesados por pórfidos con feldespatos alcálicos y granófiros aplíticos, mientras que en el interior de esta sierra se convierten en porfiritas cuarcíticas y pórfidos graníticos, a veces biotíticos y hornbléndicos (G. GANSSER 1955). Un afloramiento muy típico de estos pórfidos en la parte inferior del Girón se presenta en el Cerro de La Teta en la Alta Guajira (O. STUTZER 1928).

En los alrededores de Bucaramanga, el Girón carece de rocas eruptivas; el mismo en el anticlinorio de Arcabuco [F8], que se extiende desde Aratoca hacia el sur hasta Villa de Leiva [F8], y en las lomas entre Soatá y Floresta [G8]. Más al sur, el Girón desaparece debajo del Cretáceo, pero reaparece en el Macizo de Quetame sobre el Carboniano del Río Batá [F9] (H. BÜRGL 1960 b) con un espesor de 1350 m. Fue encontrado debajo del Cretáceo en la perforación Raspe 1 de la International Petroleum Company [E9]. Llega nuevamene a la superficie en los alrededores de Payandé, extendiéndose ampliamente entre Payandé, Chaparral, en el valle del Río Saldaña [D9] y en los alrededores de Prado y Dolores [E10] (Formación Post-Payandé). En el Río Páez [D11] se presenta en forma de pórfidos cuarcíticos y areniscas abigarradas macizas. Puede decirse que el Girón se extiende casi continuamente por toda la Cordillera Oriental desde la Guajira en el norte, hasta La Plata, Huila [D11], en el sur (fig. 16).

Con muy pocas excepciones, el Grupo de Girón se depositó en un ambiente desértico y un clima árido. Las areniscas abigarradas conglomeráticas, feldespáticas y de granos de diferentes tamaños son depósitos de torrentes, que se formaron, al igual que en los desiertos actuales a veces con intervalos de muchos años de sequía (ssel en Africa septentrional). El curso de tales torrentes desérticos cambia con cada tormenta y así se explica la irregularidad de las capas del Girón y su estratificación cruzada. Ciertas areniscas pueden considerarse como dunas consolidadas, pero éstas son relativamente escasas lo mismo que en los desiertos actuales (J. WALTHER 1924).

Sin embargo, en todos los desiertos hay sitios donde el agua dulce sube continuamente a la superficie y los oasis que rodean estas fuentes son tan característicos para el desierto como los ríos secos, las cuencas saladas y las dunas. Tales oasis existieron también en el desierto del Girón. Cerca a Montebel, en la carretera Duitama-Charalá [F8], A. A. OLSSON (en TRUMPY 1943) colectó pequeños Crustáceos (Esterias y Ostrácodos), Gasterópodos y restos de plantas. W. BOCK (1953 a, b) quien estudió la fauna, la considera de edad rética, con alguna reserva (R. L. LANGENHEIM 1959). En los alrededores de Bucaramanga [F6] y en la Serranía de Arcabuco [F8], J. LANGENHEIM (1959) logró hacer una basta colección de restos vegetales, particularmente de *Lagenopteris nilssoniana, Elatocladus, Podozamites, Cladophebis, Zamites* y *Gingko*. Dicha flora habla en favor de una edad rético-liásica.

El Girón es la única formación (por lo menos mesozoica) de la Cordillera Oriental, que se formó bajo condiciones que facilitan la acumulación de grandes depósitos de sal. Como los yacimientos de sal de Zipaquirá, Nemocón y Sesquilé [F8] están actualmente rodeados por estratos del Cretáceo, la mayoría de los geólogos presume, que la sal se formó en el Cretáceo o especialmente en el Cenomaniano, Aptiano? y Valanginiano (R. SCHEIBE 1925, E. HUBACH 1957). Es la opinión del autor, sin embargo, que la sal se formó en un lago sin desagüe en la cuenca continental central del Girón y que debido a su peso menor en comparación con el de las lutitas del Cretáceo, las penetró en forma de tapones salinos.

Pero no todos los depósitos de la Formación Girón son productos de un desierto. Hacia el final del Liásico, el mar invadió la gran planicie y sedimentó capas marinas. Tales capas describe H. W. NELSON (1957) en el Post-Payandé de Prado-Dolores, Huila [E10]; R. L. LANGENHEIM (1959) encontró calizas con Pelecípodos marinos en el miembro superior cerca a Palermo en el Macizo de Arcabuco [F8] y H. BÜRGL (1960 b)

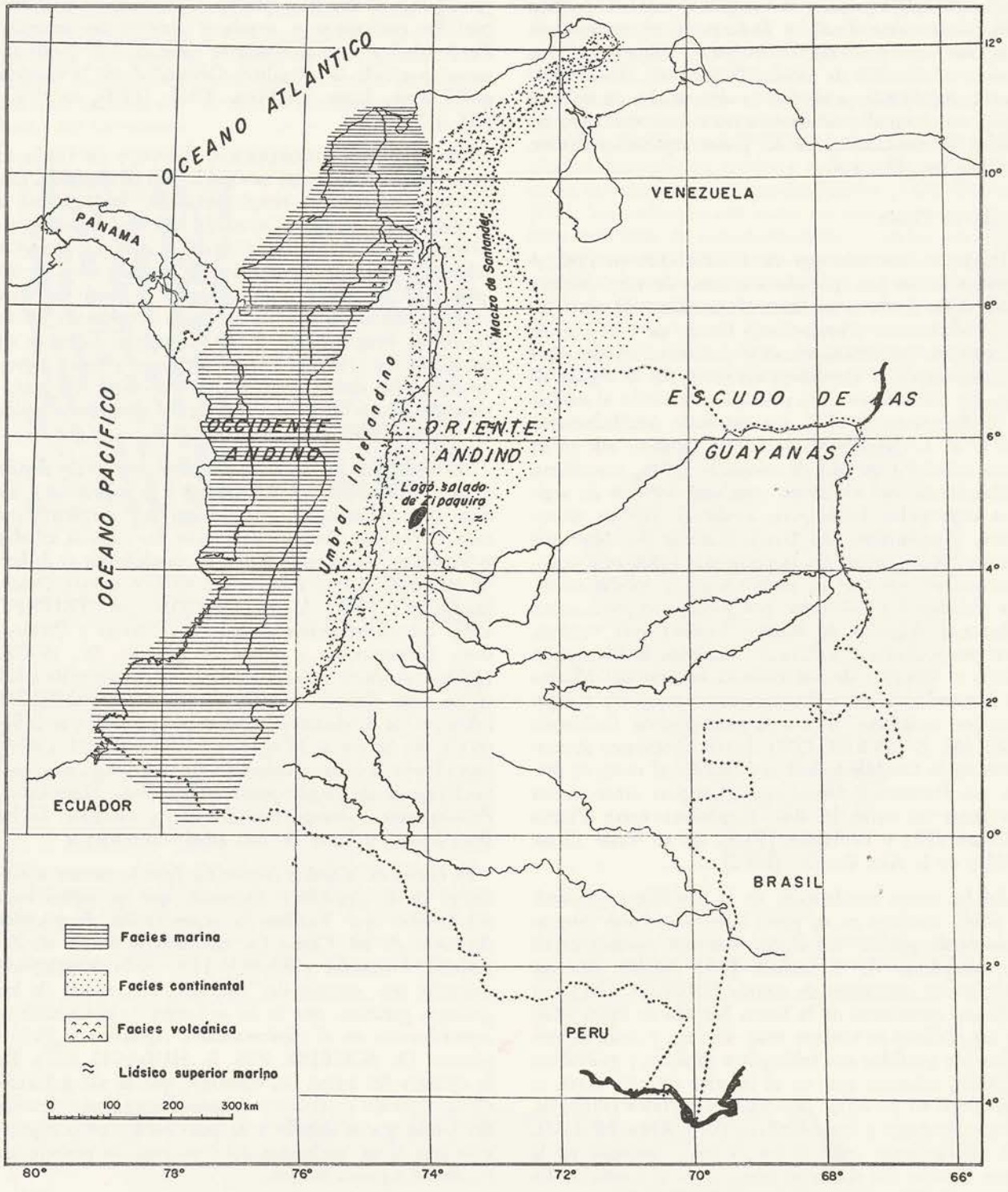


Fig. 16 — Sedimentos del Rético-Liásico en Colombia.

colectó Trigonias de edad liásica superior en la parte más alta marina del Girón del Macizo de Quetame [F9]. Al suroeste de El Banco, cerca a la Laguna de Morrocoyal [E5], E. Hubach (en D. TRUMPY 1943) colectó algunas Amonitas liásicas *(Arietites, Psiloceras?)* Lamelibranquios y plantas en lutitas negras y calizas delgadas (estratigráficamente?) debajo de una serie de 2600 m. de argilitas, areniscas y conglomerados rojos con gruesos derrames volcánicos, tobas y piroclásticos. R. Martin y O. Renz (en D. TRUMPY 1943) encontraron Esterias, parecidas a las de Montebel y una impresión de una Amonita en la Quebrada Los Indios, 32 km. al SE de Fundación [E3] en el flanco SW de la Sierra Nevada de Santa Marta. Capas calcáreas marinas, parecidas a las que halló R. L. LANGENHEIM en el Macizo de Arcabuco fueron observadas por Otto Renz (en D. TRUMPY 1943) cerca a Manaure en el Valle César [F3] en la parte alta del Girón. Estos numerosos sitios indican que el mar invadió casi toda la región de la Cordillera Oriental al final del Liásico; pero se retiró después muy pronto y sus depósitos fueron en su mayor parte erodados en el intervalo entre el Liásico superior y la transgresión marina del Kimmeridgiano y Titoniano.

En el mismo intervalo, tuvieron lugar ligeros movimientos tectónicos que se correlacionan con los nevádicos antiguos de las cordilleras norteamericanas, y particularmente con la fase agassízica del Dogger superior. En su curso, magmas graníticas inyectaron en varios sitios la Formación Girón (Jordán [F7] en el Río Sogamoso, R. L. LANGENHEIM 1959, parte SE de la Sierra Nevada de Santa Marta, A. GANSSER 1955). En este período intruyeron los extensos batolitos centrales (tonalita, granito, sienita) de la Sierra Nevada de Santa Marta (A. GANSSER 1955) y aparentemente también algunas granodioritas de la Cordillera Central (H. W. NELSON 1957).

b) Occidente Andino

Generalidades

No se puede decir con seguridad absoluta sí, y en caso afirmativo, por cuales formaciones el Triásico y Liásico estén representados en el Occidente Andino. En esta región faltan fósiles de todo el intervalo entre el Ordoviciano Inferior (Puerto Berrío-Las Cristalinas) y el Caloviano Superior (Piso del Pesar). La edad de las formaciones intermedias fue, por consiguiente, asignada de diferentes maneras. En este informe seguimos la opinión de TULIO OSPINA (1911) y R. SCHEIBE (1931) quienes atribuyeron una edad triásica-jurásica a las formaciones Dagua y Espinal, las cuales H. W. NELSON (1957) comprendió dentro de una sola unidad estratigráfica que llamó "Grupo de Dagua".

Grupo de Dagua

Su parte más antigua, la *Formación Dagua* en el sentido de E. HUBACH & B. ALVARADO (1934), consta en su parte inferior de esquistos y pizarras filíticos, más o menos grafíticos, de algunos miles de metros de espesor. En donde están en contacto con cuerpos tonalíticos, se han transformado en esquistos micáceos. La parte alta, de 2000 m. metros de espesor, comprende rocas arenosas esquistosas, pizarras silicosas grafíticas, lutitas negras y lutitas calcáreas. Un solo horizonte de caliza silicosa alcanza 350 m. de espesor. En ciertos sitios, las pizarras transgreden a filitas y esquistos compactos de color verde oscuro y violeta. H. W. NELSON (1957) observó que estos grados más altos de metamorfismo están en conexión con intrusiones diabásicas.

La Formación Espinal (E. HUBACH & B. ALVARADO 1934) comprende liditas negras y pizarras silicosas y tiene un espesor máximo de 300 m. Según H. W. NELSON (1957) existe una transición sucesiva entre las Formaciones Dagua y Espinal. La última está concordantemente superpuesta con el Grupo Porfirítico-Diabásico.

El grado de metamorfismo dinámico se reduce paulatinamente desde abajo hacia arriba en el Grupo de Dagua. H. W. NELSON (1957) supone que esto se explica por la posición profunda (15.000 m.) que dicho grupo ocupó en el Cretáceo Superior debajo del Grupo Porfirítico-Diabásico y no por una fase orogénica especial.

Respecto a su edad el Grupo de Dagua ha sido considerado como Precambriano (E. GROSSE 1926) hasta Suprajurásico e Infracretáceo (H. W. NELSON 1957). En el Ecuador se considera la continuación meridional del Grupo de Dagua como Paleozoico (W. SAUER 1957). E. HUBACH & B. ALVARADO (1945) acentúan por un lado la semejanza entre las pizarras de Dagua y las del Nórico de Chaparral-Payandé y por el otro con las del Grupo de Cajamarca. En nuestro concepto son en todo caso de edad precaloviana y pueden, por consiguiente, corresponder al Triásico Superior (Payandé) y Rético-Liásico (Girón y Post-Payandé) del Oriente Andino (T. OSPINA 1911, R. SCHEIBE 1931). A base de esta suposición se elaboró el mapa de la figura 16. La edad del Grupo de Dagua y su relación con el Grupo de Cajamarca, es el principal interrogante de la estratigrafía de Colombia.

Grupo de Chita

En los valles de los ríos Pascual [B12] y Patía [B11], en el flanco este de la Cordillera Occidental, E. GROSSE (1935) distinguió el Grupo de Chita (Nariño), que comprende cuatro formaciones:

La unidad inferior (p^1 en los mapas de E. GROSSE), expuesta entre Rosario y El Peñol, consta de pizarras arcillosas grises, con frecuencia algo metamórficas, con interposiciones locales de areniscas tobáceas y tobas porfiríticas.

La segunda unidad (p^2), que aflora al E y NE de Chita [B12], consta también de pizarras arcillosas grises, con intercalaciones de pizarra silícea, pizarras y esquistos verdes y violáceos débilmente filíticas. Su parte alta, que forma la loma de Chita, consta de cuarcitas blancas.

La tercera unidad (p^3) comprende tobas aglomeráceas porfiríticas y melafídicas apizarradas, de color violáceo, sin metamorfismo. Esta unidad aflora en Chita y al oeste del Río Pascual.

La unidad más alta (p^4) consta de liditas y pizarras silíceas negras, con intercalaciones locales de tobas porfiríticas violáceas y verdes. De esta unidad proviene la muestra con *Rzehakina epigona lata* CUSHMAN & JARVIS, que se tratará más adelante y que la determina como Paleoceno (pág. 173).

E. GROSSE (1935) consideró los estratos del Grupo de Chita como Paleozoico (?) y los separó claramente de la Formación Porfirítica, que colocó tentativamente en el Cretáceo. A su vez, E. HUBACH (1957) los correlaciona de la manera siguiente:

p^4 .....
p^3 ..... } Grupo Diabásico en facies porfirítica con muchos sedimentos
p^2 ..... Formación Liberia (J. Keizer)
p^1 ..... Formación Espinal.

En algunos lugares, por ejemplo en los alrededores del macizo diorítico de Piedrancha, los estratos del Grupo de Chita están metamorfoseados a filitas y cornubianitas. Según E. HUBACH (1957 a) este metamorfismo se explica por las intrusiones tonalíticas del Terciario inferior, que efectaron también la Formación del Cauca.

SUPRAJURASICO Y CRETACEO

a) Occidente Andino

El Grupo Porfirítico-Diabásico

Al final del Doggeriano, en el Calloviano superior, se observa el primer paso del mayor avance marino en la historia de los Andes colombianos; el mar inundó de nuevo partes del Occidente Andino y sedimentó el Piso del Pesar discordantemente sobre los estratos más antiguos. Este hecho resulta de un examen verificado por el autor en las Amonitas que E. Hubach colectó en 1932 en la carretera que va de Popayán a Coconuco [C11], en el flanco occidental de la Cordillera Central. Estas Amonitas fueron consideradas algunas veces como del Albiano (E. HUBACH & ALVARADO 1934, E. HUBACH 1957) otras como del Liásico (E. HUBACH 1945), pero en realidad representan los géneros *Lamberticeras* y *Quenstedtoceras,* fósiles guía del Caloviano superior (fig. 17). Se hallaron en lutitas oscuras, un poco calcáreas, con láminas lidíticas, intercaladas en una serie de derrames volcánicos, de unos 800 m. de potencia, depositados abajo del nivel del mar, y compuestos de porfiritas, atravesadas por diques andesíticos, probablemente cenozoicos.

Con este Piso del Pesar empieza la enorme serie de rocas volcánicas de más de 10.000 m. de espesor, que junto con las formaciones Dagua y Espinal constituye la mayor parte de la Cordillera Occidental y del flanco occidental de la Cordillera Central. Pero no solamente en Colombia se conoce esta formación; es tal vez la más característica de todos los Andes y fue observada primeramente por CHARLES DARWIN en marzo de 1833. En los varios países andinos la formación recibió nombres distintos, pero se trata siempre de la misma unidad. En Colombia, fue distinguida por primera vez por T. OSPINA (1911), después designada por E. GROSSE (1926) como Formación Porfirítica; R. SCHEIBE (1931) la llamó "Grupo de las porfiritas, meláfiros, diabasas y parientes"; E. HUBACH & B. ALVARADO (1934) la llamaron "Grupo de Falde-quera" y H. W. NELSON (1957) le aplicó el nombre de "Grupo Diabásico". Esta unidad consiste principalmente en derrames volcánicos submarinos de composición variada, en la parte inferior relativamente ácidas (porfiritas, metáfiros) y en la superior, casi exclusivamente básicos (diabasas y rocas ultrabásicas). A base de estas diferencias en composición, E. GROSSE (1926) distinguió una "Formación Porfirítica Antigua" y una "Formación Porfirítica Moderna", las cuales corresponden aproximadamente a la "Formación Acida" y a la "Formación Básica" de E. HUBACH y B. ALVARADO (1934).

Entre esta masa de rocas volcánicas se intercalan, a distancias considerables, sedimentos marinos normales tales como lutitas, lutitas silicosas y liditas. En algunas se hallaron fósiles que permiten determinar la edad de este conjunto con bastante precisión. Por su gran importancia estratigráfica citamos estos sitios detalladamente:

a) En la carretera Popayán-Coconuco [C11], 25 km. de Popayán, E. HUBACH colectó en el Piso del Pesar, que forma la base del Grupo Porfiritico-Diabásico, *Lamberticeras lamberti* (SOWERBY) y *Quenstedtoceras* cf. *leachi* (SOWERBY), que determinan la edad de estos estratos como Caloviano superior.

b) En la Loma Hermosa, Antioquia [D7], R. Scheibe halló en calizas negras según E. GROSSE (1926, p. 54) *Pulchellia* cf. *didayana* (D'ORBIGNY), *Desmoceras?* cf. *charrierianum* (D'ORBIGNY) y *Lytoceras?* cf. *subfimbriatum* (D'ORBIGNY). Esta fauna, que fue determinada por G. Steinmann, es de edad barremiana.

c) En Ebéjico, Antioquia, E. GROSSE (1926, p. 53) encontró 4 km. al SSE de la población, en una arenisca ferruginosa intercalada dentro de porfiritas, *Exogyra boussingaultii* D'ORBIGNY, *Cucullaea raulini* LEYMERIE, *Trigonia hondaana* LEA, *Protocardium* cf. *forbesi* PICTET & RENEVIER, *Venus* cf. *silvatica* COQUAND, *Arcopagia?* cf. *subconcentrica* D'ORBIGNY, *Solen?* cf. *robinaldinus* D'ORBIGNY, *Pseudoglauconia studeri* VILANOVA y *Pseudoglauconia helvetica* PICTET. G. Steinmann consideró esta fauna como aptiana. Según la experiencia del autor se trata del nivel basal del Albiano.

d) En la región de La Virginia-Balboa, [C10], Caldas, H. W. NELSON (1957, p. 55) colectó una muestra de lidita negra, la que contenía una asociación de los Foraminíferos *Guembelina* y *Globigerina.* Esta asociación es típica para el Turoniano superior y Senoniano basal (Coniaciano inferior).

e) En la Quebrada San Marcos, al sur de Vijes [C10], H. W. NELSON (1957, p. 55) colectó en lutitas silicosas *Inoceramus* cf. *peruanus* BRÜGGEN y *Guembelina,* que es también una asociación típica del límite Turoniano-Senoniano.

f) En San Antonio, 30 km. SSW de Cali [C10], Jan Keizer (según H. W. NELSON 1957) colectó *Inoceramus peruanus* BRÜGGEN y en un horizonte más alto una rica fauna de Foraminíferos de edad Senoniano medio.

g) En 1952, Jesús A. Bueno, entonces Director del Laboratorio Nacional de Fomento Minero de Pasto, entregó al autor una muestra de porfirita arcillosa y arenosa que colectó al sur de Ancuyá, Nariño [B12], en el camino que conduce a Guaitarilla. Esta muestra contenía buenos ejemplares de *Rzehakina epigona lata* CUSHMAN & JAR-

VIS, en Colombia un fósil guía del Paleoceno inferior. Según E. HUBACH (1957), las capas fosilíferas pertenecen a la parte alta del Grupo de Chita de E. GROSSE (1935).

De los datos anteriores se deduce con plena claridad, que el Grupo Porfirítico-Diabásico del Occidente Andino comprende el espacio de tiempo desde el Caloviano superior hasta el Paleoceno. Este resultado está perfectamente de acuerdo con los obtenidos en los demás países andinos. Anteriormente se pensaba, que las rocas efusivas porfiríticas-diabásicas empezaron ya en el Triásico. Hoy se consolida la opinión de que derrames verdaderos de esta composición en todos los Andes comienzan con el Caloviano, es decir, después de la fase agassízica y que donde se presentan rocas de estos tipos en capas más antiguas se trata de intrusiones (HOFFSTETTER, FUENZALIDA & CECIONI 1957, p. 273).

La gran potencia de más de 10 km. del Grupo Porfirítico-Diabásico se puede explicar solamente por un hundimiento progresivo del fondo del Occidente Andino. Por este hundimiento, los estratos del Dagua y Espinal llegaron a profundidades de 12 a 20 km. y ello explica el metamorfismo que experimentaron las partes inferiores de la Formación Dagua. Durante el Jurásico Superior, el Cretáceo y el Paleoceno, el Occidente Andino era un típico eugeosinclinal en el sentido de H. STILLE (1940), del cual salieron las trangresiones que inundaron el miogeosinclinal del Oriente Andino.

b) Oriente Andino

Potencia del Cretáceo

El espesor del Cretáceo varía considerablemente en las distintas partes de la Cordillera Oriental. En la Alta Guajira [H1-2] (O. RENZ 1956, H. BÜRGL 1960 a) es de 2600 m.; al este de El Banco, Magdalena [F4] se reduce un poco; entre Bucaramanga y Barrancabermeja [F6] aumenta a 4400 m. (MORALES ET ALT. 1958). El máximo espesor se observa en la Cuenca de Cundinamarca con 16.000 m. (más 800 m. del Titoniano superior). Hacia el sur se reduce muy rápidamente y en los alrededores de Neiva [D11] no tiene más de 600 m.; la reducción continúa hacia el sur y en los alrededores de la Cueva de los Guácharos [B12] (J. E. RAMIREZ 1953) se adelgaza en una capa de apenas 100 m. (fig. 18).

Las transgresiones suprajurásicas y cretáceas

Estas diferencias en potencia han sido causadas en primer lugar por el avance progresivo del mar sobre la tierra firme del Oriente Andino, hasta que en el Cretáceo superior lo cubre por completo y además la parte septentrional del Escudo de las Guayanas. Las etapas principales en este avance son las transgresiones del Kimeridgiano, Titoniano, Hauteriviano y Albiano.

La primera etapa, la del Kimeridgiano inferior, se observa en la Alta Guajira. El mar depositó allí lutitas limolíticas (Formación Cocinas) de 1600 m. de espesor, bien conservadas en la Fosa de la Guajira (O. RENZ 1956, H. BÜRGL 1960 a). El Kimeridgiano y el Cretáceo de la Alta Guajira no contienen rocas eruptivas y se manifiestan de tal manera como elementos típicos del Oriente Andino.

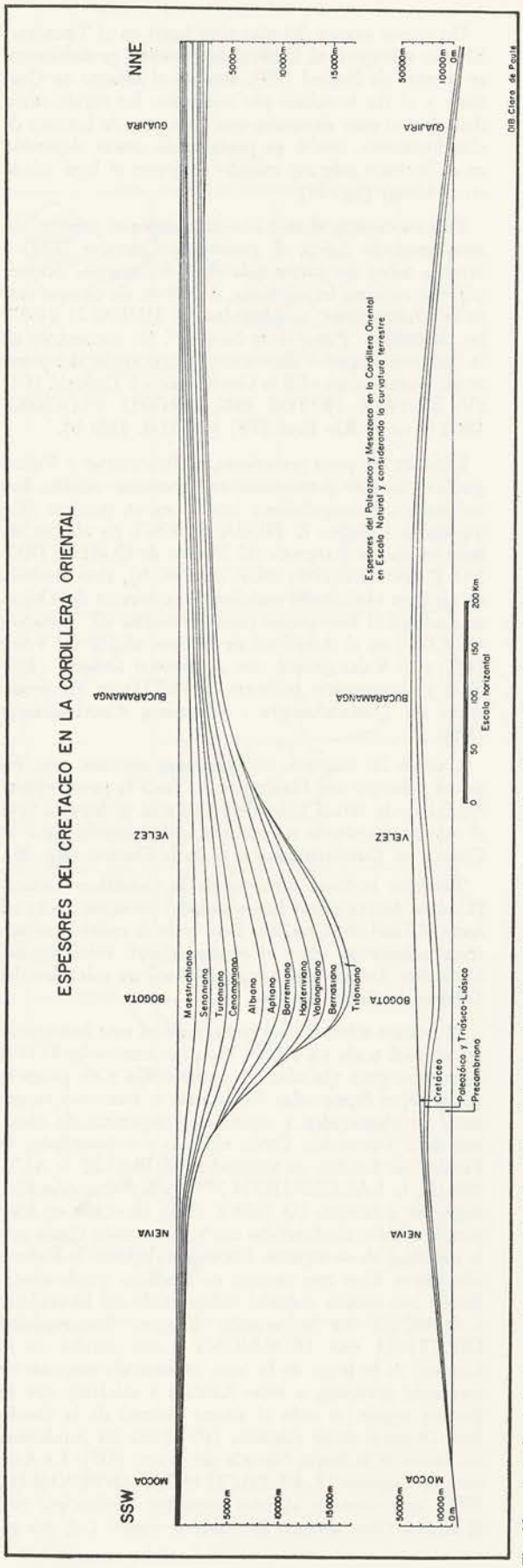


Fig. 18 — Potencias de los pisos cretáceos de la Cordillera Oriental a lo largo de la línea Mocoa (Sur) — Guajira (Norte). En el croquis inferior, las extensiones horizontal y verticales muestran la relación natural, mientras que en croquis superior, las extensiones verticales están exageradas diez veces.

Un nuevo avance del mar tuvo lugar en el Titoniano. El mar sobrepasó el Umbral Interandino probablemente al oeste de Bogotá [E9], alcanzó el Macizo de Quetame y al fin le cubrió por completo. La región inundada por el mar titoniano, que llamamos la Cuenca de Cundinamarca, estaba ya preformada como depresión en el Jurásico inferior, cuando se formó el lago salado en el Girón (fig. 19).

En esta cuenca, el mar titoniano depositó primero un conglomerado (cerca al puente de Quetame [F9]) y brechas sobre las partes más altas del macizo, después pizarras oscuras, ferruginosas, de 800 m. de espesor, que están fuertemente subplegadas. E. HUBACH (1957) las denominó "Pizarras de Sáname". Se encuentran en la carretera Bogotá-Villavicencio, aguas arriba del puente de Quetame, en el Río Guavio cerca a Gachalá [F8] (V. SUAREZ HOYOS 1945, J. ROYO Y GOMEZ 1945) y en el Río Batá [F8] (BÜRGL 1960 b).

Durante los pisos posteriores, el Berriasiano y Valanginiano, el mar permaneció relativamente estable. Sus sedimentos, principalmente lutitas negras, piríticas (Esquistos de Culebra, E. HUBACH 1957), no afloran solamente en las márgenes del Macizo de Quetame (ROYO Y GOMEZ 1945; BÜRGL 1960 b), sino también en algunos vértices del anticlinorio occidental del Oriente Andino; el Berriasiano (con *Berriasella* aff. *spinulosa* GERTH) en el Anticlinal de Bolívar, al SW de Vélez [F7] y el Valanginiano con *Leptoceras hubachi* (ROYO) y *Crioceratites andinum* (GERTH) en los alrededores de Quebradanegra y Nimaima, Cundinamarca [E8].

Una de las mayores transgresiones marinas tuvo lugar al principio del Hauteriviano. Toda la parte septentrional de la actual Cordillera Oriental se hundió bajo el mar formando de tal manera, una conexión entre la Cuenca de Cundinamarca y la de la Guajira (fig. 20).

También la loma terrestre de la Cordillera Central (Umbral Interandino) fue inundada, permaneciendo así hasta el final del Cretáceo. Pero todavía existía una barrera submarina entre el eugeosinclinal volcánico del Occidente Andino y el miogeosinclinal no volcánico del Oriente Andino.

El terreno sobre el cual transgredió el mar hauteriviano oriental tenía un relieve bastante acentuado, lo cual causó una gran variedad en composición y en potencia de las capas depositadas. En la base se formaron en general conglomerados y areniscas, compuestas de material de la Formación Girón erodado y redepositado: la Formación Tambor en Santander (MORALES & ALT. 1958, R. L. LANGENHEIM 1959) y la Formación Rionegro en la Guajira (O. RENZ 1956), las cuales en años pasados fueron confundidas con la Formación Girón por la similitud de su aspecto. Encima se depositó la Formación Santa Rosa que consiste en limolitas pardo-amarillentas con mucho material redepositado del Devoniano o de calizas con la pequeña *Exogyra boussingaultii* DIETRICH non D'ORBIGNY o con corales en la Guajira. A lo largo de la costa oriental de este mar se formaron areniscas, a veces lutíticas y calcáreas que se pueden seguir en todo el flanco oriental de la Cordillera Oriental desde Cáqueza [F9] hasta las pendientes orientales de la Sierra Nevada del Cocuy [G7]: La Arenisca de Cáqueza (E. HUBACH 1945, V. OPPENHEIM 1950), que también algunas veces fue confundida con el Girón. Otro abanico de arena se formó (tal vez ya en el Valanginiano) al suroeste de la cuenca, y se presenta hoy día en el núcleo del anticlinorio de Villeta-Utica-La Palma [E8].

En el Barremiano y Aptiano, el mar del Oriente Andino cambió poco su extensión. Se depositaron predominantemente lutitas oscuras (Formación La Paja, MORALES & ALT. 1958) y en la parte septentrional las calizas de la Formación Cogollo (NOTESTEIN, HUBMAN & BOWLER 1944, O. RENZ 1956). Parece que al final del Aptiano, ligeros plegamientos tuvieron lugar y algunas regiones (Anticlinorio de Arcabuco, flanco oriental de la Cordillera Oriental) fueron solevantados sobre el nivel del mar y expuestos a la erosión.

Al principio del Albiano el mar se extendió de nuevo, esta vez particularmente hacia el sur y el este (fig. 21). En el Huila [D11], el Alto Putumayo [C13], y hasta el Perú (BENAVIDES-CACERES 1956), la sucesión continua crétacea empieza tan sólo con este piso. El mar inundó también la Serranía de La Macarena [F11] (F. PABA SILVA & TH. VAN DER HAMMEN 1960) y muy extensas partes septentrionales del Escudo de las Guayanas, donde se formó durante el Albiano y el Cretáceo superior, la Arenisca de Roraima (A. GANSSER 1954) [1]. En el Albiano, el mar mesozoico alcanzó su máxima extensión y la conservó hasta el final del Cretáceo.

Sedimentación cíclica

Fuera de estos hundimientos sucesivos del Oriente Andino durante el Jurásico superior y el Cretáceo, H. BÜRGL (1960 c) reconoció movimientos verticales más leves que causaron una sedimentación cíclica, particularmente en la Cuenca de Cundinamarca. Esta se manifiesta de tal manera, que los pisos empiezan con sedimentos de poca profundidad (conglomerados, areniscas, calizas, liditas), y encima se depositan lutitas oscuras, piríticas, sedimentadas en profundidades batiales (200-600 m.). Hacia el final de cada piso, sedimentos epineríticos y litorales avanzan otra vez hacia el centro de la cuenca (fig. 22). Cada piso cronostratigráfico, caracterizado por una distinta fauna de Amonitas, representa por lo tanto un ciclo sedimentario. Como cada piso tiene en la Cuenca de Cundinamarca aproximadamente igual espesor máximo, H. BÜRGL supone que también su duración fue más o menos igual y llega a la conclusión representada en el siguiente esquema:

Piso	Duración	Espesor	Cuota de sedimentación
Maestrichtiano	6 millones de años	1450 m.	24 cm. en mil años
Senoniano	6 millones de años	1600 m.	26.6 cm. en mil años
Turoniano	6 millones de años	1500 m.	25 cm. en mil años
Cenomaniano	6 millones de años	1250 m.	20.8 cm. en mil años
Albiano	6 millones de años	2300 m.	38.3 cm. en mil años
Aptiano	6 millones de años	1700 m.	28.4 cm. en mil años
Barremiano	6 millones de años	1500 m.	25 cm. en mil años
Hauteriviano	6 millones de años	1500 m.	25 cm. en mil años
Valanginiano	6 millones de años	1600 m.	26.6 cm. en mil años
Berriasiano	6 millones de años	1500 m.	25 cm. en mil años

En el Maestrichtiano (inferior, medio y superior) y en el Senoniano (Coniaciano, Santoniano y Campaniano) se reconocen en cada uno tres subciclos de una duración de dos millones de años aproximadamente.

---

[1] Otros geólogos que estudiaron la Arenisca de Roraima la consideran de edad paleozoica.

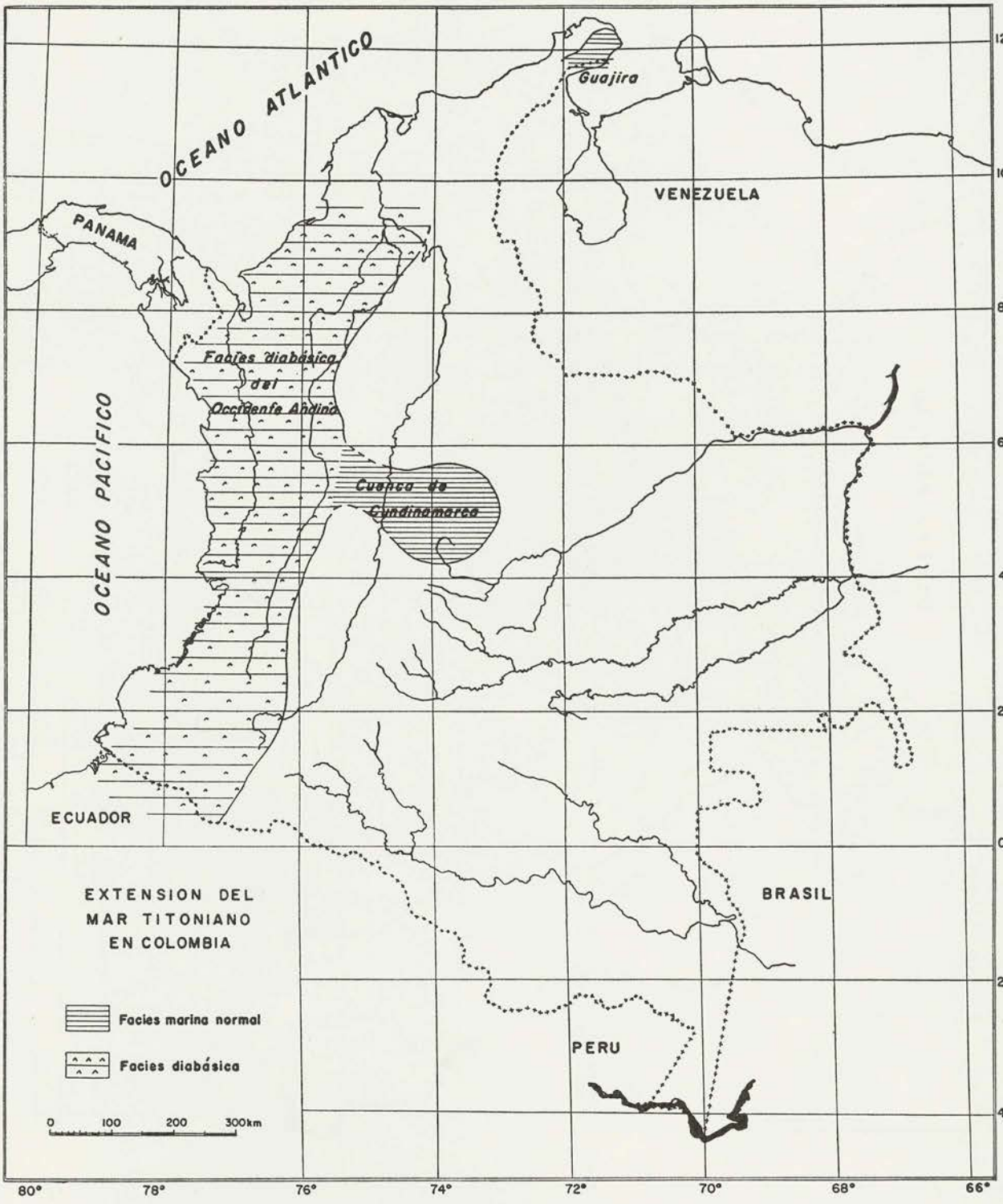


Fig. 19 — Extensión del mar en el titoniano en Colombia.

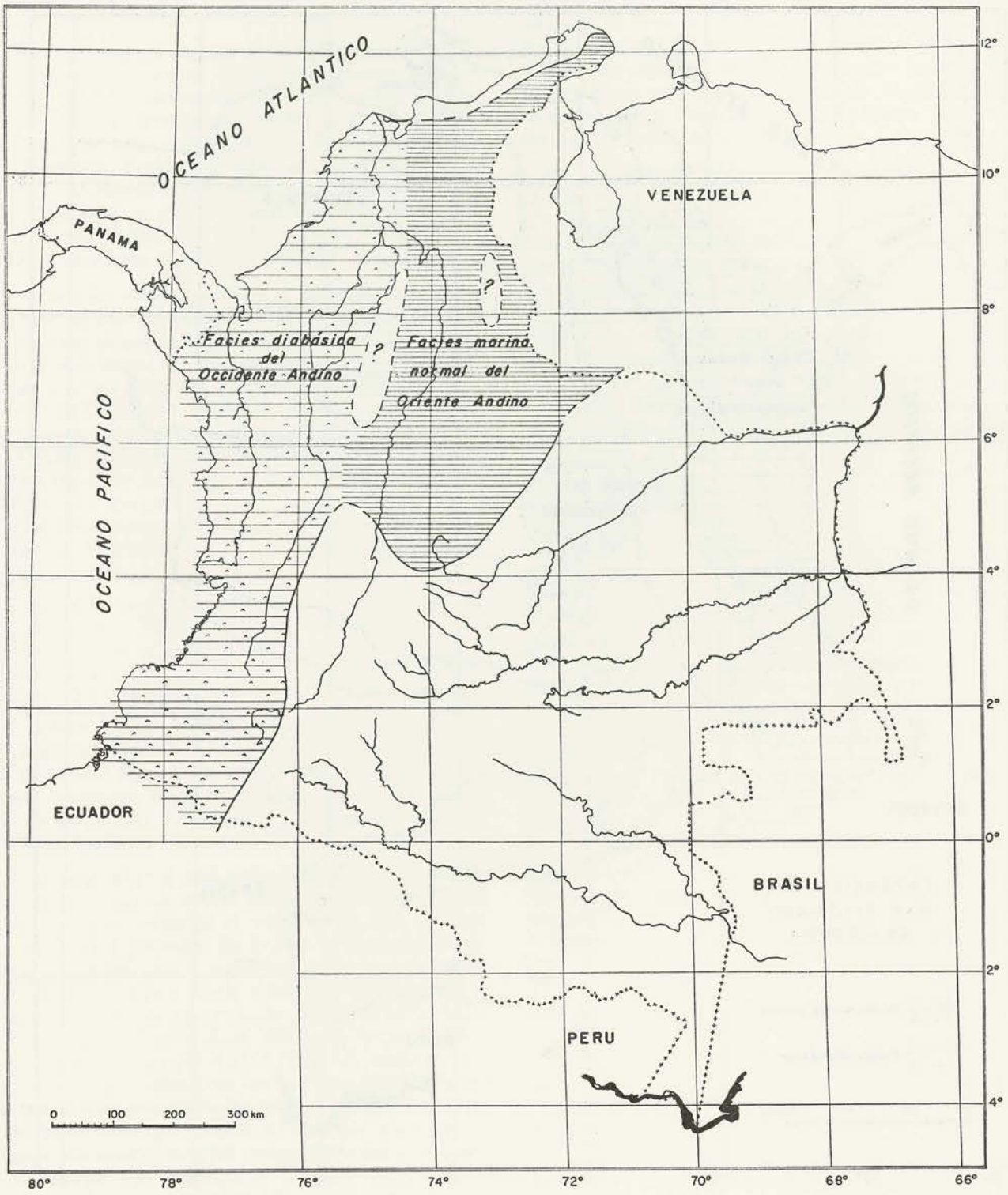


Fig. 20 — Extensión del mar en el hauteriviano en Colombia.

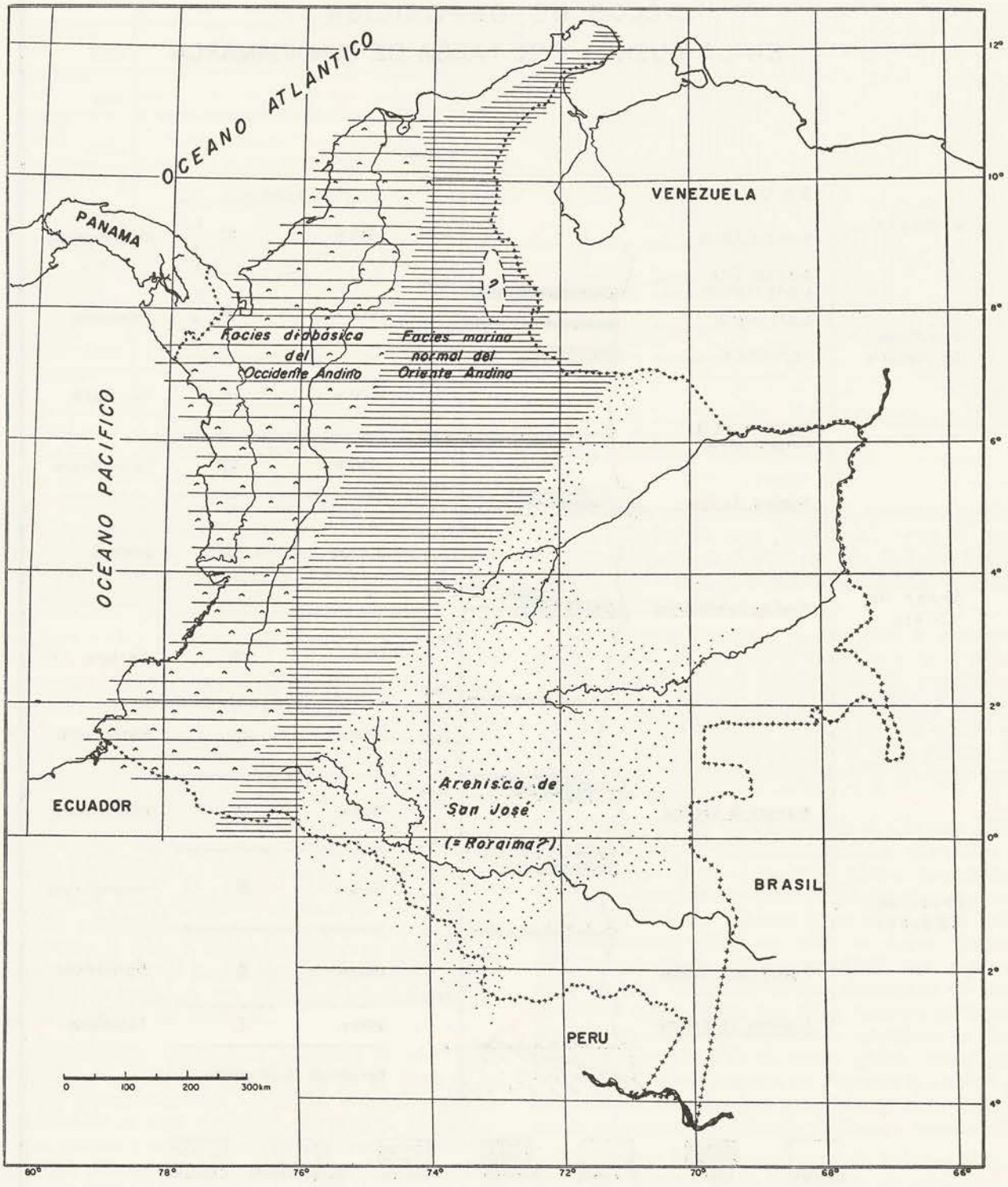


Fig. 21 — Extensión del mar en el Albiano y Cretáceo Superior en Colombia.

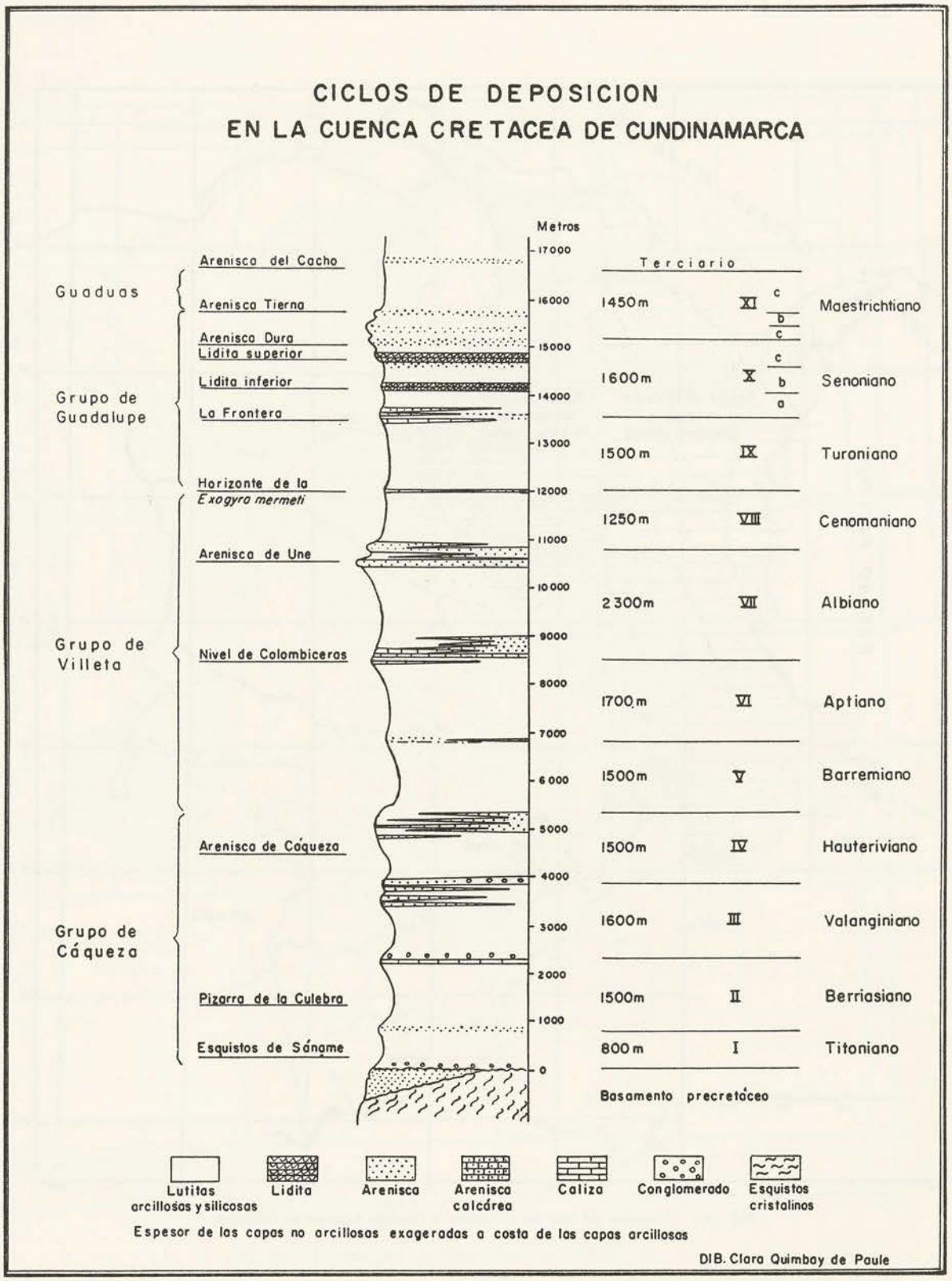


Fig. 22 — Ciclos sedimentarios en el Cretáceo de la Cuenca de Cundinamarca.

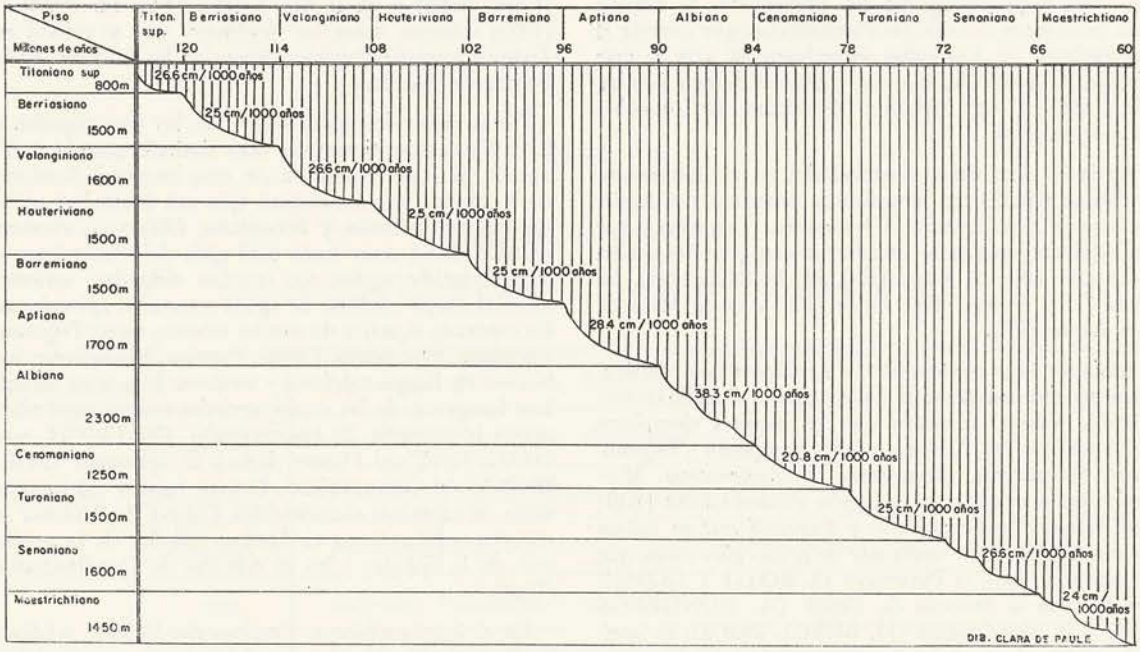


Fig. 23 — Velocidad de hundimiento del fondo de la cuenca de Cundinamarca durante el Cretáceo.

H. BÜRGL concluye que estos pisos y subpisos cretáceos no son arbitrarios como, en cierto grado, las formaciones litológicas, sino unidades estratigráficas y cronológicas naturales, causadas por oscilaciones rítmicas de la costra terrestre (fig. 23).

Fósiles

Los más característicos y estratigráficamente más importantes son las Amonitas. En las lutitas batiales éstas son muy escasas y están tan mal conservadas que raras veces es posible determinarlas. Pero en capas calcáreas y margosas epineríticas se encuentran con frecuencia y a veces en gran abundancia. Por otro lado, faltan también en los depósitos litorales, en los cuales predominan Gasterópodos y Lamelibranquios. Muy notable es la escasez de Aptychus y Belemnitas en Colombia.

Con muy pocas excepciones, cada género de Amonitas está restringido a un solo piso o subpiso, tal como lo muestra la tabla I. Como los diferentes pisos suprajurásicos y cretáceos no se distinguen litológicamente, se los puede reconocer con seguridad solamente a base de su contenido de Amonitas.

Kimeridgiano: Conocemos Amonitas de esta edad solamente de la Formación Cocinas de la Fosa de la Guajira (Guajira Trough, O. RENZ 1956). Aunque su conservación es algo deficiente, fue posible identificar varios géneros y especies, los cuales indican una estrecha conexión del mar de la Guajira con el de México (H. BÜRGL 1960 a).

Titoniano: En este piso las Amonitas son bastante escasas y mal conservadas. Con mayor frecuencia se hallan en el Río Batá [F9], unos 4,5 km. aguas abajo del Caserío Quebrada Honda (H. BÜRGL 1960 b). Algunas pocas formas titonianas fueron descritas por J. ROYO Y GOMEZ (1945 a) de la región del Río Guavio y de la carretera Bogotá-Quetame [F9]. Las pocas especies conocidas son idénticas con las de Argentina y México.

Berriasiano: El sitio más rico en Amonitas berriasianas es la mina de yeso "Lusitania", cerca al caserío Quebrada Honda en el Valle del Río Batá (H. BÜRGL 1960 b). Casi todas las especies identificadas se conocen en Argentina y Perú.

Valanginiano: Amonitas de esta edad se encuentran en los bordes del Macizo de Quetame y en el Anticlinorio Villeta-La Palma (Quebradanegra, Nimaima, El Peñón [E8]). Algunas especies de Colombia fueron ya descritas anteriormente en el Perú, pero la especie más frecuente, *Olcostephanus astierianus,* es la primera que establece conexión entre Colombia y la provincia mediterránea de Europa.

Hauteriviano: En los alrededores de Cáqueza [F9] y de Villeta [E8] se encuentran buenos ejemplares de *Olcostephanus* junto con otros fósiles hauterivianos [*Toxaster colombianus* (LEA), *Choffatella sogamosae* (KARSTEN)]. En Talauto, aguas abajo de El Peñón (Cundinamarca) [E8], en Villa de Leiva (Boyacá) [F8] y Jesús María (Santander) [F8], este género se halla en gran número pero mal conservado en lutitas pizarrosas negras. Entre San Gil y Zapatoca en Santander [F7] se colectaron muy buenos ejemplares de *Acanthodiscus, Favrella* y de un nuevo género semejante a *Valanginites.* Con excepción de *Favrella,* que es un género andino, las Amonitas hauterivianas están estrechamente relacionadas con formas de Europa meridional.

Barremiano: Las capas calcáreas de Vélez y Villa de Leiva son famosas desde los tiempos de Alejandro de Humboldt por la riqueza y perfecta conservación de las Amonitas. Pero igualmente ricos son los alrededores de Fómeque [F9], San Gil, La Mesa de Los Santos [F7], Simití [F6] y la península de la Guajira [H1-2]. La mayoría de las Amonitas de Colombia descritas por L. VON BUCH (1839) J. LEA (1840), A. D'ORBIGNY (1842), E. FORBES (1845), H. KARSTEN (1856), K. GERHARDT (1897), L. RIEDEL (1938) y J. ROYO Y GOMEZ (1945) provienen del Barremiano y Aptia-

no. Para la paleogeografía del Barremiano, la familia más interesante es la de las Pulchelliidae, que conecta el Barremiano de Colombia estrechamente con el mar Tethys. A base de las especies y géneros de esta familia, H. BÜRGL (1956) dividió el Barremiano de Colombia en tres subpisos.

Aptiano: Los sitios mencionados en el Barremiano contienen también en abundancia Amonitas del Aptiano inferior *(Deshayesites, Cheloniceras, Lytoceras)*. Las del Aptiano superior se encuentran con gran frecuencia en Apulo (Rafael Reyes [E9], H. BÜRGL 1955), La Mesa [E9], Villeta [E8], Utica [E8] y en la Mesa de Los Santos [F7].

Albiano: *Hypacanthoplites* y *Lyelliceras* son particularmente frecuentes en el Occidente de Cundinamarca (Apulo, Villeta) mientras que los mejores ejemplares de Amonitas del Albiano medio y superior *(Engonoceras, Knemiceras, Brancoceras, Prohysteroceras, Mortoniceras)* provienen de la región Prado-Dolores [E10] en Tolima. *Oxytropidoceras* y *Venezoliceras* se hallan en abundancia en un horizonte de lutitas pizarrosas, que se extiende desde el Putumayo (J. ROYO Y GOMEZ 1942) hasta la Serranía de Perijá (A. RONDEROS 1959) y la Alta Guajira (H. BÜRGL 1960 a). El horizonte limítrofe con el Cenomaniano está en la región de Anolaima y San Francisco [E9] caracterizado por *Hamites* y *Mariella* (H. BÜRGL 1957).

Cenomaniano: En este piso las Amonitas son muy escasas. *Calycoceras* se conoce en los departamentos del Tolima (Prado-Dolores) y Boyacá. Concreciones piríticas en los alrededores de San Francisco y Las Mesitas del Colegio [E9] contienen *Tropitoides* y *Tarrantoceras*.

Turoniano: Particularmente ricas en Amonitas son las concreciones calcáreas en la parte alta de este piso en Mesitas del Colegio, Anolaima y Bituima [E9] un poco más abajo estratigráficamente se encuentra un horizonte lutítico con numerosos ejemplares aplastados de *Benueites*. Las especies más semejantes a las colombianas son las de Africa septentrional y occidental (REYMENT 1955).

Coniaciano: Las Amonitas de este nivel se encuentran con frecuencia conservadas con su concha original, pero como su interior suele estar lleno de grandes cristales de calcita, es difícil extraer ejemplares completos de las concreciones calcáreas. Sin embargo, se conocen buenos especímenes de los departamentos del Huila, Tolima, Cundinamarca y Santander (E. BASSE 1936, 1942, 1948, 1950).

Santoniano: *Peroniceras, Gauthiericeras* y tal vez también *Prinocycloceras* se extienden desde el Coniaciano medio hasta el Santoniano. Con nueva forma se agrega a éstos solamente *Texanites*.

Campaniano: Ejemplares mal conservados de *Stantonoceras, Nostoceras* y *Solenoceras* se colectaron entre Girardot y Nariño [E9] (BÜRGL 1954 b), cerca a La Sierra en la carretera Bogotá-Cambao [E9] y en el Alto del Páramo entre Zipaquirá [F8] y Pacho [E8]. Estas Amonitas como también las del Maestrichtiano indican una conexión marítima entre Colombia y Texas.

Maestrichtiano: Las Amonitas son muy escasas y raras veces identificables. Mejores especímenes de *Nostoceras* y *Coahuilites* se hallaron en la Sabana de Bogotá (Chía, Sopó) y en el Río Lebrija [F6]. H. BÜRGL (1955) informa sobre un *Scaphites,* que se colectó en Zipaquirá inmediatamente debajo de los carbones de la Formación Guaduas.

Por su lento desarrollo filogénico, los Gasterópodos y Lamelibranquios tienen un valor limitado para la estratigrafía, pero por otra parte son muy buenos indicadores de la facies. Los *Inoceramus,* que son frecuentes en el Berriasiano, Albiano y Senoniano, *Didymotis roemeri* (KARSTEN), muy buen fósil guía del Coniaciano, y otros lamelibranquios con conchas delgadas, vivieron sobre el fango arcilloso de aguas tranquilas epineríticas. En contraste aquellos de concha robusta, como *Trigonia, Cucullaea, Ptychomya, Corbis, Cyprina, Pholadomya* habitaron los fangos calcáreos y arenosos de la zona litoral. Las Exogyras, de las cuales mencionaremos particularmente la pequeña *E. boussingaultii* DIETRICH non D'ORBIGNY del Hauteriviano y *E. squamata* D'ORBIGNY del Cenomaniano, forman bancos calcáreos, a veces de espesores considerables. Calizas de Rudistas se conocen solamente en el Aptiano inferior de la península de la Guajira y en el Albiano de Cundinamarca (Une).

En el Suprajurásico y Cretáceo del Oriente Andino, los Gasterópodos tienen poca importancia estratigráfica. Con la excepción de *Paraglauconia* (Barremiano) no hay ninguno que pueda ser considerado como fósil guía. El Gasterópodo más frecuente es indudablemente *Turritella (Haustator) colombiana* JAWORSKI (1938), que se extiende desde el Hauteriviano hasta el Coniaciano. En los alrededores de El Calvario [F9], Meta, 7 km. al ENE de Quetame, se encuentran calizas arenosas con bancos de *Nerinea,* formando probablemente lentejones en la Arenisca de Cáqueza (Hauteriviano). V. PETTERS (1954) informa de una capa con *Nerinea* en la carretera de La Paz, 2 km. al oeste de Manaure [FG3], que probablemente representa la base del Albiano.

No obstante los trabajos de L. VON BUCH (1839), J. LEA (1840), A. D'ORBIGNY (1842), H. KARSTEN (1856), K. GERHARDT (1897), W. PAULCKE (1903), L. SOMMERMEIER (1913), C. H. FRITZSCHE (1923), R. HEINZ (1928), W. O. DIETRICH (1938), E. JAWORSKI (1938) y ROYO Y GOMEZ (1945 a), existen en el Cretáceo de Colombia muchos Gasterópodos y Lamelibranquios no descritos todavía. Esto es especialmente el caso de los del Campaniano y Maestrichtiano que aparentemente permiten una correlación perfecta con el Taylor Marl y el Navarro Group de Texas.

En el Cretáceo Inferior, los Foraminíferos están restringidos a los sedimentos infraneríticos y litorales en los límites de los pisos. Según V. PETTERS (1954) se conocen los siguientes horizontes:

Haplostiche texana (CONRAD) fauna .. .. Albiano superior bajo

Orbitolina ex. gr. *concava texana* (ROEMER) .. .. Albiano Inf.-Albiano Medio basal

Epistomina mosquensis UHLIG ... ... Barremiano inferior

Choffatella decipiens SCHLUMBERGER y *Choffatella sogamosae* (KARSTEN) .. .. Tope del Hauteriviano.

TABLA I

GENEROS DE AMONITAS

representados en el Suprajurásico y Cretáceo de la Cordillera Oriental

Maestrichtiano		*Nostoceras, Coahuilites, Scaphites*
Senoniano	Campaniano	*Nostoceras, Solenoceras, Stantonoceras*
	Santoniano	*Peroniceras, Gauthiericeras, Texanites*
	Coniaciano	*Prionocycloceras, Peroniceras, Gauthiericeras, Barroisiceras, Niceforoceras*
Turoniano	sup.	*Scaphites, Mammites, Coilopoceras*
	inf.	*Pseudaspidoceras, Benueites, Vascoceras, Thomasites*
Cenomaniano		*Tropitoides, Tarrantoceras, Mantelliceras, Calycoceras*
Albiano	sup.	*Argonauticeras, Mariella, Dipoloceras, Mortoniceras, Venezoliceras*
	med.	*Engonoceras, Parengonoceras, Tegoceras, Oxytropidoceras, Eubrancoceras, Brancoceras, Hysteroceras, Knemiceras*
	inf.	*Hamites, Valdedorsella, Puzosia, Douvilleiceras, Paracanthoplites, Hypacanthoplites, Lyelliceras*
Aptiano	sup.	*Melchiorites, Parahoplites, Acanthohoplites, Dufrenoyia*
	inf.	*Phylloceras, Lytoceras, Australiceras, Cheloniceras, Deshayesites*
Barremiano	sup.	*Crioceratites, Veleziceras, Karsteniceras, Ancyloceras, Heteroceras, Colchidites, Hamulina*
	med.	*Pedioceras, Pseudohaploceras, Pulchellia, Heinzia, Psilotissotia*
	inf.	*Phylloceras, Pedioceras, Pseudohaploceras, Nicklesia*
Hauteriviano		*Subastieria,* gen. nov. aff. *Valanginites, Olcostephanus, Favrella, Acanthodiscus*
Valanginiano		*Olcostephanus, Rogersites, Oosterella, Pseudoosterella, Crioceratites, Leptoceras, Polyptychites, Simbirskites, Limaites*
Berriasiano		*Leptoceras, Kilianiceras, Berriasella, Parodontoceras, Neocomites, Cuyaniceras, Neocosmoceras*
Titoniano	sup.	*Pseudoinvoluticeras, Substeueroceras, Raimondiceras, Windhauseniceras, Aulacosphinctes?*
Kimmeridgiano		*Idoceras, Aspidoceras*

Del Turoniano superior en adelante, los Foraminíferos se vuelven progresivamente más frecuentes en tanto que las Amonitas escasean. En el Senoniano superior y el Maestrichtiano, la estratigrafía se basa en primer lugar en ellos. En el Campaniano y Maestrichtiano (Taylor y Navarro), V. PETTERS (1955) distingue cuatro provincias de facies de Foraminíferos, que son de norte a sur (fig. 24).

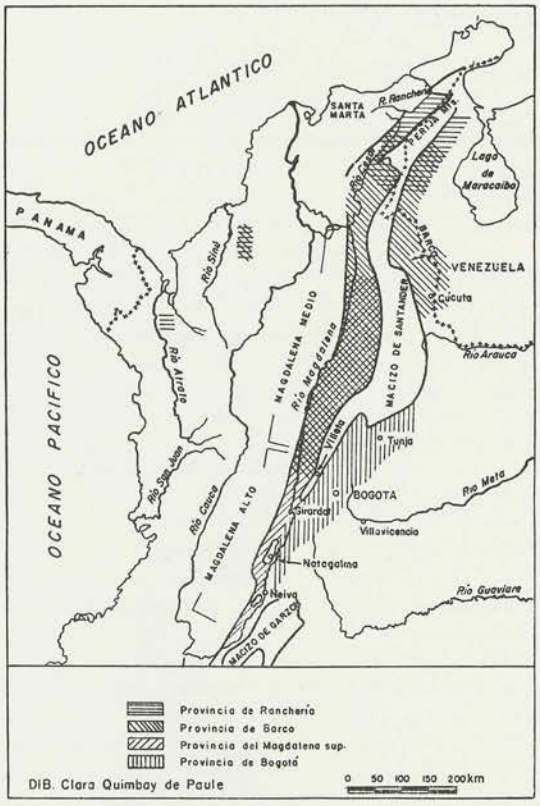


Fig. 24 — Provincias de faunas de Foraminíferos en el Campaniano y Maestrichtiano de Colombia; según V. PETTERS 1955.

1. La provincia de Ranchería: Foraminíferos son frecuentes. Los pelágicos (R. GANDOLFI 1955) son un poco más abundantes que los bentónicos e indican un ambiente infranerítico (40-200 m. de profundidad del mar).

2. La provincia de Barco: La fauna de Foraminíferos, descrita en detalle por CUSHMAN & HEDBERG (1941), se depositó en un ambiente epinerítico (10-40 m.). Esta provincia sigue el borde oriental del Macizo de Santander y la Serranía de Perijá, el valle medio del río Magdalena y el Valle César.

3. La provincia del alto Magdalena: Comparada con las dos provincias anteriormente mencionadas, la fauna de ésta es muy pobre, particularmente las formas pelágicas son escasas. Por otra parte contiene muchos especímenes grandes de varias especies de *Siphogenerinoides* y *Bulimina* (H. BÜRGL & Y. DUMIT 1954). La facies es epinerítica hasta litoral.

4. La provincia de Bogotá tiene una fauna semejante a la anterior, pero caracterizada por la abundancia de *Siphogenerinoides* y la escasez de otros géneros. Se sedimentó en una bahía de poca profundidad y casi cerrada por todos lados. En el Maestrichtiano superior, la facies marina de las últimas dos provincias se releva por la facies continental de la Formación Guaduas.

De los Equinodermos mencionamos particularmente *Toxaster colombianus* (LEA), mejor conocido bajo el nombre de *Toxaster roulini* AGASSIZ, fósil guía de la parte alta del Hauteriviano y no del Aptiano como opinan K. GERHARDT 1897 y L. NOETH 1938. Del mismo nivel proviene *Miotoxaster collegnoi* SISM. (L. NOETH 1938). En la carretera Villa de Leiva-Chiquinquirá [F8] se encuentran numerosos Equínidos en la base del Albiano, los cuales no han sido estudiados todavía. La fauna más rica en Equínidos (8 especies, 3 nuevas) fue descrita por C. W. COOKE (1955) del Albiano medio del valle de Ranchería, Magdalena [G2]. Algunos especímenes de la familia Phymosomatidae (gen. et spec. indet.) cita K. BEURLEN (1938) en el Cenomaniano superior (junto con *Plicatula* cf. *placunea* LAMARCK) del camino Chiquinquirá-Puente Nacional. Probablemente de las capas limítrofes entre el Turoniano y Coniaciano de Albán [E9] proviene el *Micraster (s. lat.)* spec. descrito por K. BEURLEN (1938). Una rareza especial representa el Crinoideo *Roiometra columbiana* CLARK del Albiano medio de Sasaima [E9] (A. H. CLARK 1945).

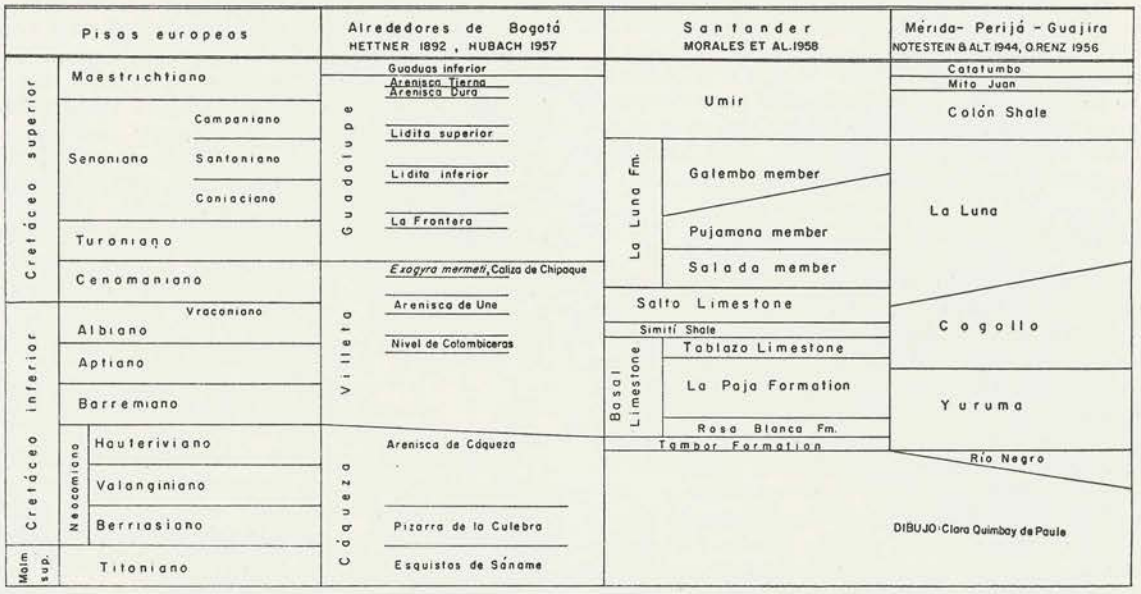
De las otras clases de Invertebrados mencionamos el Crustáceo decápodo *Hoploparia columbiana* BEURLEN de Vélez [F7-8] (K. BEURLEN 1938) y los Cirrípodos de la familia Lepadidae (percebes) *Loricula columbiana* ROYO del Turoniano de Albán [E9] y *Archaeolepas strobila* GERHARDT y *Loricula alvaradoi* ROYO del Albiano medio de Pacho [E8]. Según J. ROYO Y GOMEZ (1941), varios de los fósiles descritos por K. GERHARDT (1897) como Pterópodos *(Hyalaea, Vaginella, Creseis)* representan en realidad placas de capitulum de *Loricula*. En Apulo (BÜRGL 1955) y Pacho, se presentan en el Aptiano inferior y en la base del Albiano calizas con *Serpula,* la cual tal vez es idéntica a la *Serpula antiquata* SOWERBY, descrita por K. BEURLEN (1938) del camino Chima-Socorro.

Cerca al borde llanero de la Cordillera Oriental, se encuentran en el Cretáceo Inferior (Berriasiano-Albiano), a veces en abundancia, restos de Equisetidae y de Helechos, semejantes a los descritos por R. NEUMANN (1907) del Perú. La forma característica *Weichselia peruviana* ZEILLER parece tener su máxima dispersión en el Hauteriviano y Barremiano, subiendo tal vez hasta el Aptiano inferior. TH. LIPPS (1938) describió del curso superior del Río Casanare [G7] *Weichselia* cf. *peruviana* ZEILLER, *Matonidium* cf. *göpperti* SCHENK, *Brachyphyllum* cf. *pompeckji* SALFELD y *Frenelopsis* spec. Impresiones de otras plantas, no estudiadas todavía, se encuentran en el contacto Albiano-Cenomaniano cerca a Gachetá y Une, Cundinamarca [F9] (R. DE LA ESPRIELLA & H. VILLEGAS 1960).

En el Aptiano de Vélez, Sasaima y Apulo se hallan con frecuencia concreciones calcáreas, varias de las cuales son notoriamente semejantes a frutas tropicales. La banana fósil de Sasaima [E9] descrita por G. HUERTAS & TH. VAN DER HAMMEN (1953) indica que varias de estas "concreciones" podrían representar en efecto frutas fósiles. En gran abundancia se encuentran hojas de Angiospermas en las arcillas que acompañan los carbones de la Formación Guaduas del Maes-

TABLA II

CORRELACION DE LAS UNIDADES ESTRATIGRAFICAS PRINCIPALES DEL CRETACEO DE LA CORDILLERA ORIENTAL



trichtiano superior (E. W. BERRY 1918, H. BÜRGL 1957, pl. XVIII).

Restos de peces se conservaron en las capas margoso-calcáreas en el límite Aptiano-Albiano (Sasaima [E9]) y forman un elemento esencial de la fauna del Senoniano y Maestrichtiano. En su gran mayoría son solamente escamas, huesos (vértebras) y aletas aisladas, que forman en el tope del Coniaciano y Campaniano verdaderos "bone-beds" con muchos moldes de Foraminíferos *(Siphogenerinoides)* transformados en fosfato. Ocasionalmente se presentan en estas capas restos de peces más perfectos, como por ejemplo los que aparecen en H. BÜRGL 1957, pl. XIV, fig. 1 y pl. XVII, fig. 2.

Los restos fósiles más destacados de Colombia son los dos esqueletos casi perfectos de Plesiosaurios, que se hallaron en las calizas del Aptiano inferior en los alrededores de Villa de Leiva [F8] (BÜRGL 1954). R. A. STIRTON, quien dirigió la excavación juntamente con D. HENAO LONDOÑO, llevó uno de estos esqueletos a la Universidad de Stanford, California, mientras que el otro de 7,30 m. de largo, está expuesto en el Museo Geológico Nacional en Bogotá.

Facies y formaciones

Las transgresiones sucesivas del mar suprajurásico y cretáceo sobre el Oriente Andino, las oscilaciones cíclicas del fondo geosinclinal y los diferentes grados de hundimiento de las varias partes, causaron una gran variedad de facies en los sedimentos. Esta variedad, a su vez, se refleja en una multitud de nombres estratigráficos de horizontes y formaciones [1]. La nomenclatura estratigráfica surgió esencialmente de tres centros de investigación:

1. de los alrededores de la capital de Bogotá (L. VON BUCH 1839, A. HETTNER 1892, E. HUBACH 1945, 1957).
2. de la región petrolífera de Barrancabermeja [F6] (L. G. MORALES & COLOMBIAN PETROLEUM INDUSTRY 1958).
3. de la región petrolífera al suroeste del Lago de Maracaibo [H4] (NOTESTEIN, HUBMAN & BOWLER 1944, E. ROD & W. MAINC 1954).

La tabla II muestra como las principales unidades litostratigráficas se colocan en el esquema cronostratigráfico.

Sin embargo, los nombres litostratigráficos no se tienen que tomar en un sentido demasiado estricto. La "Arenisca de Cáqueza" y la "Arenisca de Une" (E. HUBACH 1945) constan esencialmente de lutitas, entre las cuales se intercalan en diferente grado areniscas silicosas, limolíticas y calcáreas y en menor grado calizas. Las "Liditas" inferior y superior no constan siempre de una lidita pura, sino varían en su composición desde una lutita silicosa (porcelanita) hasta una arenisca de grano fino, pero estos estratos siempre se pueden reconocer en el terreno por su típica textura. La mayor parte del Grupo de Guadalupe (en el sentido de E. HUBACH) no se diferencia litológicamente del Grupo de Villeta y el límite entre ambos es bastante arbitrario. El "Nivel de la *Exogyra Mermeti*" (correctamente *Exogyra squamata* D'ORBIGNY) consta en la región Chipaque-Gachalá de numerosos horizontes calcáreos desde unos centímetros hasta algunos metros de espesor. Al oeste de la sabana, por el contrario consta de areniscas de 0.50 m. a 10 m. de potencia.

Alejándose de la Cuenca de Cundinamarca en dirección norte, las intercalaciones calcáreas y arenosas crecen paulatinamente en espesor, hasta que en la parte septentrional del Oriente Andino (Alta Guajira) reempla-

[1] Aplicamos aquí el término "formación" para una unidad estratigráfica de uniforme constitución litológica.

zan las lutitas casi por completo. Este cambio de facies se tiene que considerar como una transición de la facies extrema geosinclinal de la Cuenca de Cundinamarca a condiciones epicontinentales.

Las "formaciones", distinguidas por los geólogos en las diferentes regiones del Oriente Andino son por lo tanto facies litológicas de mayor o menor extensión local. Ellas son de valor eminente para la descripción de una pequeña región o para elaborar un mapa en menor escala; pero para tratar la Cordillera Oriental en su totalidad o partes mayores de esta, la clasificación y la nomenclatura cronostratigráfica son más adecuadas.

Plegamientos

Durante el Suprajurásico y Cretáceo, los movimientos del geosinclinal del Oriente Andino eran esencialmente hundimientos. De todos los estratos respectivos de varios miles de metros de espesor no conocemos ni un solo caso comprobado de una discordancia angular. Sin embargo, no hay duda que en algunos sitios la sucesión estratigráfica está incompleta. En los alrededores de Vélez [F7-8] aparentemente falta el Barremiano superior y el Aptiano inferior está en contacto paraconcordante con el Barremiano medio y al este de Bogotá el Albiano reposa sobre el Aptiano inferior y Barremiano erodados. Probablemente se revelarán más casos de lagunas con el progreso de nuestros conocimientos estratigráficos de estas áreas.

Tales casos de lagunas estratigráficas (diastemas) se acumulan en el Senoniano. En extensas partes de Santander y Santander del Norte falta el Santoniano o está representado por una capa delgada de arenisca glauconítica. En muchos sitios del Huila y Tolima falta el Campaniano o al menos su parte superior, mientras que en otros sitios cercanos está completamente desarrollado. En los alrededores de Girardot [E9] se observan conglomerados con guijas campanianas en la base del Maestrichtiano (H. BÜRGL & Y. DUMIT 1954). También en los alrededores de Chía [E9] falta el Campaniano superior, mientras que en las laderas de la sabana está bien desarrollado. El mapa de isopacas del Senoniano de Cundinamarca (fig. 25) muestra con claridad el diferente grado de hundimiento o el solevantamiento relativo de ciertas zonas: un eje a lo largo de la línea Tocaima-Villeta-Topaipí, y otro a lo largo de la línea Monserrate-La Calera-Guasca se hundieron menos o se solevantaron en comparación con sus alrededores.

Estas observaciones indican que en el Senoniano el geosinclinal del Oriente Andino empezó a formar pliegues de pequeña amplitud. La relación de las potencias del Senoniano total por un lado, los conglomerados en la base del Maestrichtiano por el otro, indican que estos plegamientos tuvieron lugar durante el Senoniano pero alcanzaron un máximo al final de esta época. A grandes rasgos podemos correlacionar estas fases tectónicas con las subhercínicas en Europa. El mar de Maestrichtiano inferior transgredió sobre las irregularidades pequeñas del fondo y formó otra vez extensas regiones de facies uniforme. Sin embargo, la barrera a lo largo del Anticlinorio de Apulo-Villeta-Vélez-Bucaramanga persistió durante el Maestrichtiano y separó la provincia de la facies del Guadalupe de la provincia de la facies Umir.

Es prematuro aún evaluar la extensión regional de los plegamientos subhercínicos en los Andes colombianos. Sin embargo, la coincidencia en el Oriente Andino de las zonas de movimiento positivo y negativo en el Senoniano con los anticlinorios y sinclinorios terciarios hace pensar que todas las grandes depresiones estructurales de Colombia, los sinclinorios de Bolívar, Cauca, Magdalena etc., empezaron a diferenciarse como unidades tectónicas ya en el Senoniano. Una cierta idea de la extensión de los fenómenos tectónicos subhercínicos nos la dan las liditas de la Cordillera Oriental. Ellos se formaron aparentemente por la diagénesis de tobas volcánicas, producidas por erupciones en el Occidente Andino (V. PETTERS 1955). Intercalaciones lidíticas se encuentran en la Cordillera Oriental desde el Coniaciano inferior hasta el Maestrichtiano medio, pero están mejor desarrolladas en la base del Santoniano y del Campaniano.

TERCIARIO

Areas de sedimentación

Anteriormente se explicó cómo, durante el Paleozoico, la región andina de Colombia formó parte de un gran geosinclinal, cuyo centro estaba localizado probablemente en el Perú. Al principio del Mesozoico, este geosinclinal se dividió en dos: el eugeosinclinal del Occidente Andino, que se continuaba al Ecuador y Perú y el miogeosinclinal (en el sentido de H. STILLE 1940) del Oriente Andino con la rama de la Serranía de Mérida y sus continuaciones en el territorio venezolano. Con razón H. GERTH (1939) designa el Occidente Andino con el término de Colombiandes, mientras que el Oriente Andino de Colombia y las Cordilleras venezolanas con el de Caribeandes.

El contenido sedimentario de estos geosinclinales fue suavemente plegado durante el Senoniano (fases subhercínicas, plegamiento peruviano STEINMANN). Como resultado de dicho plegamiento se presentan al iniciarse el Cenozoico cinco sinclinorios principales o zonas de hundimiento, en los cuales se depositaron sedimentos terciarios y cuaternarios de espesor apreciable. Entre ellas se solevantaron sucesivamente los anticlinorios, que quedaron expuestos a la erosión durante todo el Cenozoico y su detrito fue transportado por ríos a los sinclinorios donde se acumuló.

Las zonas de solevantamiento o anticlinorios de oeste a este son:

1. La Serranía de Baudó y su extensión meridional en las islas de Gorgona y Gorgonilla [A11], en la literatura geológica con frecuencia citada como Cordillera Costanera.
2. La Cordillera Occidental, cuyas estribaciones septentrionales (Serranías de San Jerónimo, San Jacinto, etc.) se extienden hasta Barranquilla [E2-3].
3. La Cordillera Central, que continúa tectónicamente en la Sierra Nevada de Santa Marta y los macizos antiguos de la Península de la Guajira.
4. El anticlinorio occidental de la Cordillera Oriental (Apulo-Villeta), que se bifurca en los anticlinorios de la Cordillera de los Cobardes y de Arcabuco.
5. El anticlinorio oriental de la Cordillera Oriental, que comprende los macizos antiguos de Garzón y Quetame y la Sierra de Murillo.

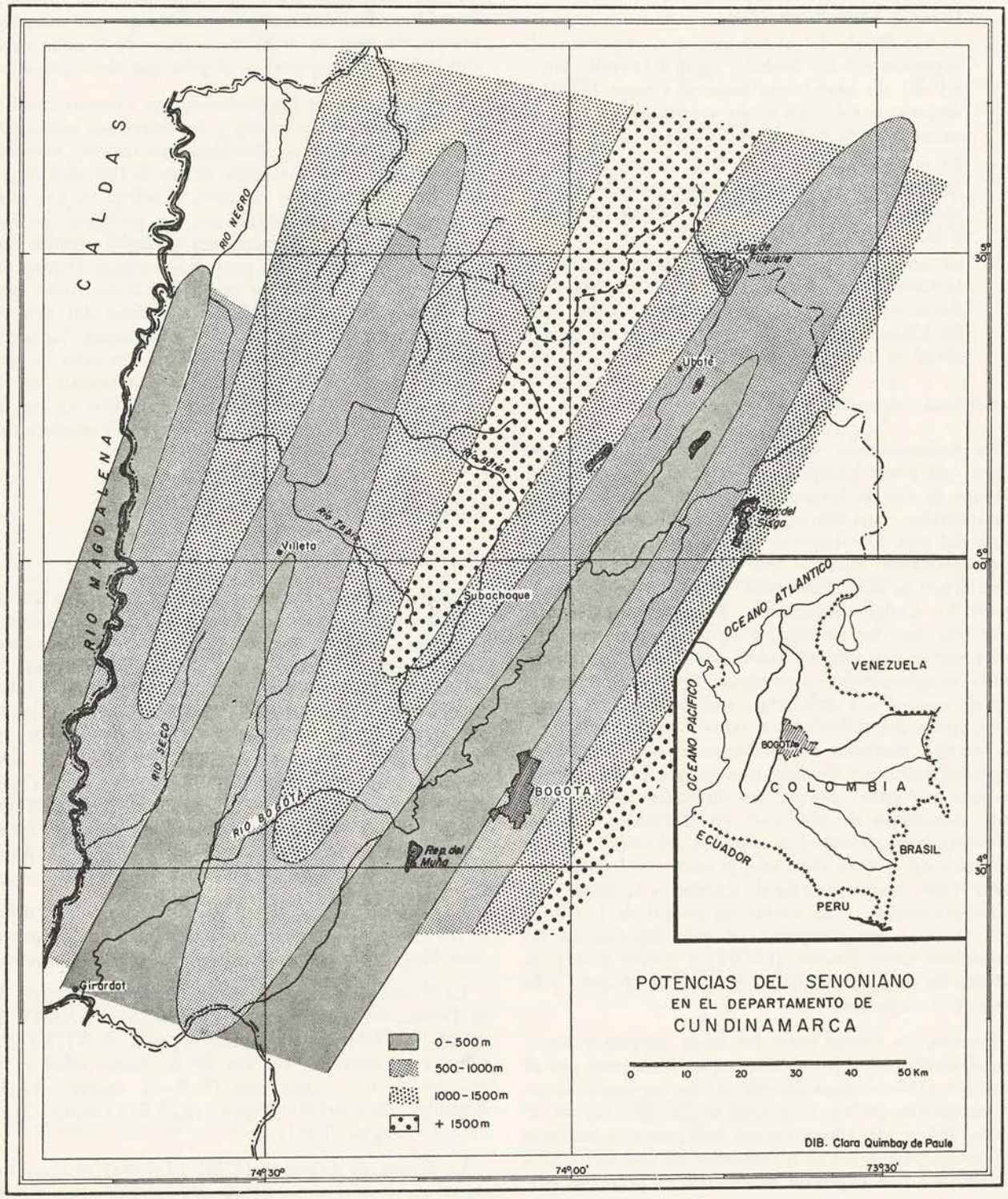


Fig. 25 — Isocapas del Senoniano en Cundinamarca. Las diferentes potencias son causadas por los plegamientos subhercínicos.

Las cinco zonas de hundimiento de oeste a este son (fig. 26):

1. El Sinclinorio del Pacífico (sinclinorio Bolívar de A. A. OLSSON 1956), que se bifurca hacia el norte en la rama de Turia y en la de Cartagena.
2. El Sinclinorio del Cauca, que se extiende hacia el norte hasta Santa Marta.
3. El Sinclinorio del Magdalena, que empieza en la depresión del río Saldaña, sigue a la orilla oriental del río Magdalena hasta el Centro [F6-7] y después al valle del César y termina en la parte meridional de la Península de la Guajira.
4. El sinclinorio central de la Cordillera Oriental, que empieza ya en la parte superior del río Magdalena, siguiendo después a la Sabana de Bogotá y la Cuenca de Sogamoso [G8].
5. El sinclinorio pre-andino en el borde llanero de la Cordillera Oriental, desde el cual las transgresiones se extendieron temporalmente sobre todo los Llanos Orientales, que representan un geosinclinal en *statu nascendi.*

Sedimentación marina y continental

La sedimentación terciaria en los sinclinorios tuvo lugar, con pocas excepciones, cerca al nivel del mar. Debajo de éste se formaron estratos marinos, encima continentales. Los marinos predominan en el oeste y norte del país, a lo largo de las costas pacífica y caribe respectivamente, mientras que los sedimentos continentales tienen su mayor extensión en la parte sur y oriental de los Andes colombianos. Desde el principio del Terciario, los ríos principales siguieron aparentemente a los sinclinorios con un curso sur a norte, sedimentando conglomerados y areniscas gruesas en la parte alta de sus valles y sedimentos más finos en las partes bajas, que transgreden más o menos paulatinamente a los estratos marinos. Sin embargo, esta repartición de depósitos marinos y fluviales finos y gruesos de ninguna manera es regular, porque en dirección longitudinal, cada sinclinorio se subdivide en diferentes cuencas. Como ejemplo se cita el Sinclinorio del Cauca, que se subdivide en la Fosa del Patía, la cuenca del Cauca superior (con subcuencas), la de Combia y la marina de Calamar-Ciénaga; o el sinclinorio central de la Cordillera Oriental, que comprende el valle superior del río Magdalena entre Pitalito [C-D12] y Neiva [D11], la Cuenca de Melgar [E9], la Sabana de Bogotá y la Cuenca de Sogamoso [G8].

Además, los límites entre las facies marina y continental cambiaron repetidamente, principalmente por el diferente grado de hundimiento de las cuencas y de solevantamiento de los anticlinorios. En general no se puede hablar de transgresiones y regresiones marinas regionales, porque a una transgresión en una cierta área corresponde una regresión simultánea en otra. Sin embargo, se observan transgresiones de mayor extensión en el Eoceno medio y superior del Valle Medio Magdalena y otra en la base del Oligoceno superior[1]. Esta última se manifiesta particularmente en la Península de la Guajira (BÜRGL 1960 a), en la base de las calizas de Cicuco y Magangué [E4], en el Valle del Cauca (Calizas de Vijes [C10]) y en las intercalaciones marinas de las formaciones León, La Cira y Usme superior (BÜRGL 1955). Esta gran transgresión del Oligoceno superior fue seguida por una regresión que continúa hasta hoy día, interrumpida solamente por menores avances del mar en el Mioceno (base de la zona de la *Uvigerina subperegrina*) y al principio del Plioceno.

La subdivisión de los sinclinorios en diversas cuencas, las oscilaciones de las costas y los diferentes movimientos en los anticlinorios causaron una enorme variedad en la composición litológica de los sedimentos terciarios. Esta variedad, por su parte, se refleja en una multitud de términos estratigráficos. Los geólogos que han estudiado las diversas sucesiones terciarias crearon una clasificación especial casi para cada cuenca. Dentro del límite de este artículo no se pueden tratar todas estas unidades y la tabla estratigráfica al final del artículo (fig. 40) cita solamente las más importantes. La correlación cronológica de las formaciones terciarias ha presentado considerables dificultades y solamente por la aplicación de métodos micropaleontológicos en los últimos años se ha logrado alcanzar avances satisfactorios en este respecto.

Fósiles y estratigrafía

a) Facies terrestre

De los restos orgánicos que se conservaron en los depósitos continentales de Colombia queremos mencionar en primer lugar los de los Vertebrados. Estos fueron descritos por L. CUERVO MARQUEZ (1938), H. G. STEHLIN (1939), C. C. MOOK (1941), G. G. SIMPSON (1940, 1943), J. ROYO Y GOMEZ (1942), R. A. STIRTON (1946, 1951), D. E. SAVAGE (1951), R. H. REINHART (1951), R. A. STIRTON & D. E. SAVAGE (1951), M. C. MCKENNA (1956) y E. THENIUS & H. BÜRGL (1957). En 1953, R. A. STIRTON compiló todos estos datos y elaboró un esquema estratigráfico de las varias faunas de vertebrados de Colombia, las más importantes de las cuales son las siguientes:

La Fauna de Tama (en el Río Oponcito, 5 km. al SE de El Centro, Santander [F6-7]) se halló en la Formación Mugrosa y es probablemente del Eoceno superior.

La Fauna de Chaparral [D10] (Tolima) proviene de la Formación Tuné (= La Cira según PILSBRY & OLSSON 1935) y está considerada por R. A. STIRTON Oligocena inferior. Tal vez de la misma edad es el maxilar de un roedor que O. Renz encontró en la desembocadura del Río Peneya en el Río Caquetá (cerca a La Tagua [E14]).

La Fauna de Coyaima [D10] (Tolima) se encontró en varios sitios al este y sur de esta población, en la Formación Honda y su edad es probablemente Oligoceno superior.

La Fauna de La Venta (Villavieja [D10], Huila), también de la Formación Honda y de edad miocena superior es la más rica en Colombia.

---

[1] Aplicamos aquí el término "Oligoceno superior" en el sentido de la clasificación tradicional en Colombia. Estrictamente hablando, esta transgresión corresponde a la base de las zonas de *Catapsydrax stainforthi* (BOLLI 1957), *Robulus wallacei* (H. H. RENZ 1948) y *Siphogenerina basispinata* (PETTERS & SARMIENTO 1956). El "Oligoceno superior" de Colombia en este sentido es probablemente contemporáneo al Aquitaniano en Europa (o Aquitaniano superior según STAINFORTH 1960).

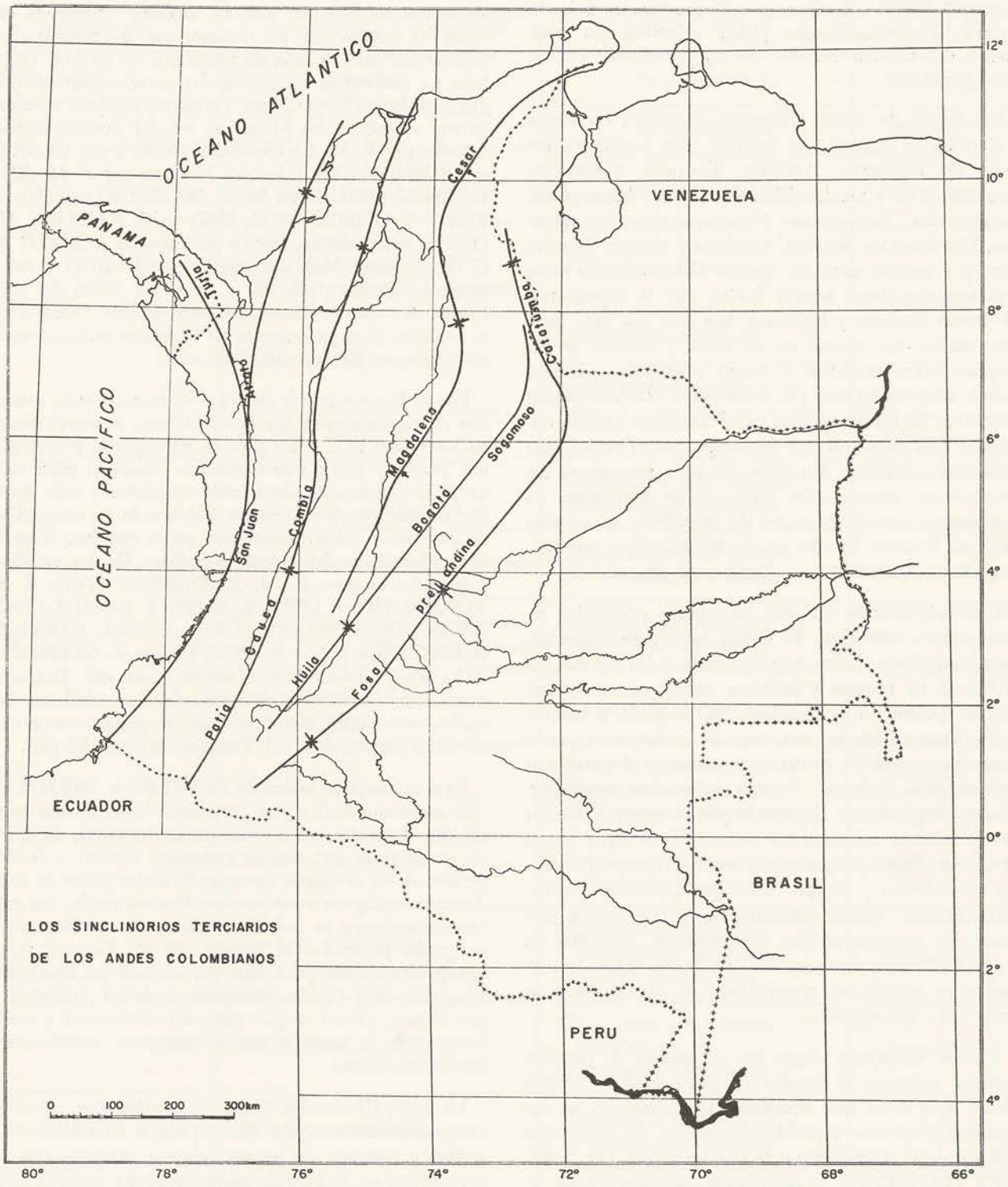


Fig. 26 — Los principales sinclinorios terciarios de los Andes colombianos.

La Fauna de Carmen de Apicalá [E9] es casi contemporánea a la de La Venta y se halló también en la Formación Honda.

En las areniscas de la Sierra Penata, 4 km. al N de Sincelejo [D4], se hallaron dos dientes de un roedor del Mioceno superior o Plioceno inferior y ROYO Y GOMEZ (1942) colectó cerca a Cocha Verde en la carretera Túquerres-Tangua [B12] (Nariño) un fragmento del maxilar inferior de un pécari, tal vez de edad pliocena.

Las faunas de Tama, Chaparral, Coyaima, La Venta y Carmen de Apicalá son bastante ricas y comprenden restos de Teleósteos, Anfibios, Tortugas, Cocodrilos, Lagartos, Aves y muchos Mamíferos, como Marsupiales, Desdentados, Litopternos, Notoungulados, Astrapoterios, Condylartros, Sirenios, Roedores y algunos Quirópteros y Primates, mientras que los Carnívoros no están representados. Estas faunas fósiles, que se depositaron en arenas fluviales y lagunales, nos dan una idea muy clara de la vida animal en las selvas y sabanas de los amplios valles terciarios y tienen gran valor también para la cronostratigrafía (E. THENIUS 1959). El rápido desarrollo de los Mamíferos en el Terciario permite establecer una escala relativa de tiempo que el estratígrafo tiene que considerar. Sin embargo, de la mayoría de las formaciones continentales terciarias de Colombia no disponemos todavía de restos de Mamíferos y necesitamos por lo tanto de otro grupo de fósiles que nos facilita una comparación cronológica más general.

Esta exigencia la cumplen las esporas y el polen de una manera casi ideal. El polen, las células reproductoras masculinas de los Angiospermas, y las esporas, semillas de los musgos y helechos, tienen una envoltura externa (Exine) muy resistente contra ácidos y bases y se fosilizan en condiciones, bajo las cuales otras partes vegetales y también animales se hubiesen desintegrado por completo. Además, el polen de muchas Angiospermas es ampliamente dispersado por el viento y facilita de tal manera correlaciones estratigráficas sobre largas distancias. Polen y esporas son particularmente frecuentes en carbones y arcillas carbonáceas, pero se encuentran también, aunque escasamente, en sedimentos marinos. En muchas arcillas continentales, formadas en lagos y planicies fluviales, son los únicos fósiles que se hallan en cantidades apreciables y en esto se basa su gran valor estratigráfico.

Fueron en primer lugar las compañías de petróleo quienes aplicaron el estudio del polen fósil en amplia escala. Los datos más detallados se encuentran en sus archivos y no son accesibles al público. El único que publicó datos palinológicos de Colombia fue TH. VAN DER HAMMEN y la correlación estratigráfica de las formaciones continentales terciarias en la tabla de la figura 40 se basa esencialmente en sus resultados no publicados aún (1960).

Otros restos vegetales, como hojas y frutas, del Terciario fueron descritos por E. W. BERRY (1918, 1924 a, b, c, 1925, 1937) y moluscos de agua dulce por H. A. PILSBRY & A. A. OLSSON (1935).

b) Facies marina

Desde DESHAYES (1824-37), CH. LYELL (1832) y MAYER-EYMAR (1857), los Moluscos marinos constituyen la base para la subdivisión del Terciario en Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno y los varios subpisos (A. PAPP 1959), términos en uso no solamente en Europa sino en manera progresiva en todos los continentes, no obstante que los estratígrafos no siempre están de acuerdo respecto a sus límites. También en Colombia, las principales correlaciones estratigráficas de las formaciones Terciarias marinas se efectuaron a base de los Moluscos; los del Eoceno fueron tratados por F. M. ANDERSON (1928) y por CLARK & DURHAM (1946), los del Mioceno por F. M. ANDERSON (1927, 1929), N. E. WEISBORD (1929), J. ROYO Y GOMEZ (1942, 1947) y M. BARRIOS M. (1960). Sin embargo, varios estudios de J. ROYO Y GOMEZ sobre Moluscos oligocenos (Guajira) y miocenos no se han publicado y en varias partes del país (Valle del Cauca, Chocó, Nariño, Llanos Orientales) se hallaron ricos yacimientos de Moluscos marinos cuyo contenido no ha sido estudiado aún.

Por su frecuencia y la facilidad de extracción de muestras de perforaciones, los Foraminíferos se convirtieron en los fósiles más útiles para la estratigrafía y ecología del Terciario marino de Colombia. También sobre este grupo de fósiles, los datos más completos y más detallados están encerrados en los archivos de las compañías de petróleo y relativamente son pocos que han llegado al conocimiento del mundo científico. De los estudios publicados citamos F. M. ANDERSON (1928), I. P. TOLMACHOFF (1934), J. ROYO Y GOMEZ (1942, 1950), C. D. REDMOND (1953) y BÜRGL, BARRIOS & RÖSTRÖM (1955). V. PETTERS & R. SARMIENTO (1956) subdividieron la mayor parte del Terciario marino en un número de zonas de Foramíniferos, las cuales, con ciertas modificaciones, se pueden reconocer en todas las regiones del Terciario marino del país.

Esta subdivisión básica de PETTERS & SARMIENTO usa como fósiles guía en primer lugar formas bentónicas. Estas tienen sin embargo, la desventaja de tener en su mayoría una amplia extensión vertical y de depender en su extensión horizontal en alto grado de condiciones ecológicas muy locales. Por tal razón, los micropaleontólogos se han dedicado en los últimos años en grado progresivo al estudio de los Foraminíferos planctónicos. Estos presentan por un lado un desarrollo filogénico muy rápido, semejante al de las Amonitas y por el otro, tienen amplia extensión horizontal y constituyen por lo tanto la mejor base para correlaciones intercontinentales.

La tabla III cita las zonas de microfaunas esencialmente bentónicas según PETTERS & SARMIENTO (1956) y también de las microfaunas pelágicas que se encuentran en Colombia, particularmente considerando los resultados fundamentales de H. BOLLI (1957) en Trinidad.

A la izquierda indicamos los nombres de pisos y subpisos usados en la estratigrafía tradicional en Colombia, y a la derecha los pisos europeos según la correlación de R. M. STAINFORTH (1960) a base de los Foraminíferos planctónicos.

TABLA III

ZONAS DE FORAMINIFEROS DEL TERCIARIO DE COLOMBIA

Clasificación tradicional en Colombia		Zonas de la facies bentónica esencialmente según PETTERS & SARMIENTO	Zonas de la facies pelágica esencialmente según H. BOLLI	Pisos europeos en parte según STAINFORTH (1960)
Pleistoceno		*Archaias angulatus*	no representada	Pleistoceno
Plioceno			no representada	Plioceno
Mioceno	sup.	casi sin Foraminíferos con muchos Moluscos	no representada	Sarmatiano
	med.	*Streblus beccarii (Nonion scaphum y Robulus cushmani procedendus)*	*Globigerina haitiensis*	Tortoniano
	inf.	*Uvigerina subperegrina*	*Globorotalia menardii*	
			Globorotalia mayeri	
		Bulimina carmenensis		Helveciano
Oligoceno	sup.	*Sigmoilina tenuis*	*Globorotalia fohsi robusta* *Globorotalia fohsi lobata*	Burdigaliano
		Siphogenerina Planulina karsteni transversa y *S. basispinata* *Guttulina caudriae* y *Robulus wallacei*	*Globorotalia fohsi fohsi* *Globorotalia fohsi barisanensis*	
			Globigerinatella insueta *Catapsydrax stainforthi*	sup. Aquitaniano
	med.	*Uvigerina mexicana* y *U. topilensis*	*Catapsydrax dissimilis*	inf.
	inf.	*Cibicides cushmani*	*Globigerina ciperoensis* *Globorotalia opima opima* *Globigerina ampliapertura*	Oligoceno (Lattorfiano y Rupeliano)
Eoceno	sup.	*Bulimina truncana* y *B. jacksonensis*	*Hantkenina alabamensis* y *Clavigerinella jarvisi*	Wemmeliano y Lediano
	med.	*Cibicides grimsdalei* y *Spiroplectammina zigzag*	*Hastigerina bolivariana* *Hantkenina aragonensis* *Clavigerinella akersi*	Lutetiano?
	inf.	*Bathysiphon sakuensis*	*Globigerina soldadoensis, Gl. collactea* *Globorotalia wilcoxensis*	Ypresiano?
Paleoceno	sup.	fauna no característica	*Globorotalia velascoensis* y *Globorotalia whitei*	Paleoceno
	inf.	*Rzehakina epigona*	*Globigerina triloculinoides* y *Globorotalia quadrata*	
Maestrichtiano		*Ammobaculites columbianus* *Siphogenerinoides bramlettei*		

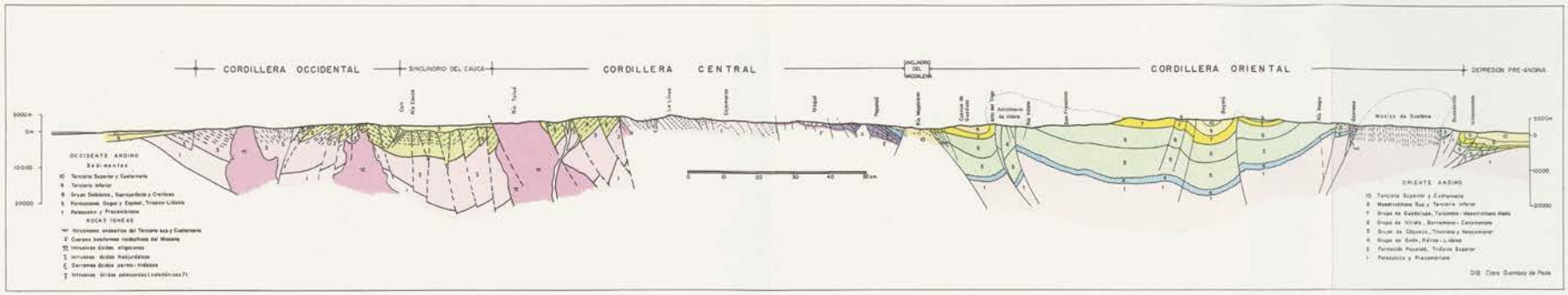


Fig. 27. Corte geológico a través de los Andes colombianos. El occidente andino según H.W.NELSON 1957.

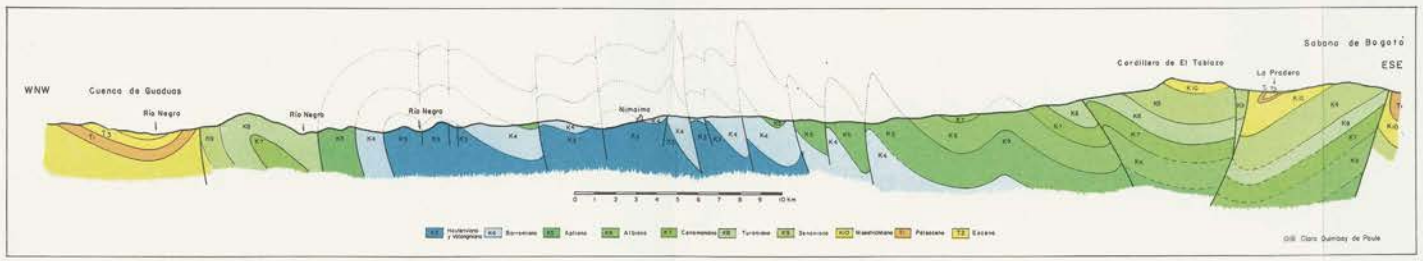


Fig. 28. Corte geológico a través del flanco occidental de la Cordillera Oriental en Cundinamarca.

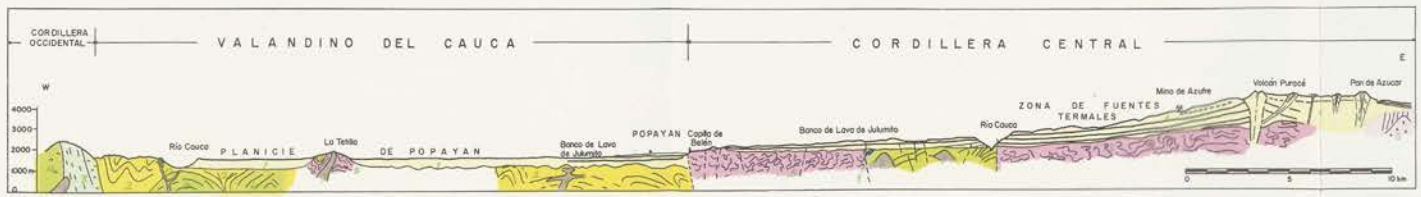


Fig. 29 Sección geológica por Popayán desde el volcán de Puracé a la Cordillera Occidental por E. HUBACH.

Leyenda:

1.– Formación de Popayán. Pliopleistoceno
2.– Formación (Carbonífera) del Cauca. Oligoceno - Eoceno Superior
3.– Grupo de Liberia. Cretáceo Superior (Fósiles senonianos y paleocenos)
4.– Grupo Diabásico. Cretáceo Inferior
5.– Esquistos metamórficos. Paleozoico y en parte Mesozoico?
6.– Neises y granito de Mazamorras Paleozoico?
7.– Dacitas y dioritas cuarzosas post-oligocenas.

Movimientos tectónicos

Durante todo el Terciario, los sinclinorios se hundieron y los anticlinorios se solevantaron progresivamente. Sin embargo, estos movimientos no sucedieron continuamente, sino que fases de relativa tranquilidad alternaron con fases de mayor inquietud. Las primeras fases tectónicas de mayor intensidad se constatan según L. G. MORALES & ALT. (1958) y TH. VAN DER HAMMEN (1960) en la base del Eoceno inferior, por ejemplo en la base de la Formación La Paz en la parte media del Valle del río Magdalena. Otra muy intensa se nota en la base de la Formación Mugrosa, la cual descansa discordantemente sobre diferentes niveles terciarios y cretáceos hasta sobre el Girón. MORALES & ALT. (1958) y TH. VAN DER HAMMEN (1960) consideran esta como Oligoceno inferior y medio. Sin embargo, la fauna de Tama indica que por lo menos su parte baja corresponde al Eoceno superior (R. A. STIRTON 1953). Estos movimientos se correlacionan aproximadamente con las fases pirenáicas en Europa. G. STEINMANN (1929) designa todos los movimientos del Eoceno y Oligoceno como "Plegamiento incaico". Al final del Oligoceno medio (en el sentido de la clasificación en uso en Colombia) tuvieron lugar movimientos bastante fuertes. En muchas partes del Terciario marino, la zona de *Catapsydrax dissimilis* y también a veces las zonas inferiores fueron erodadas y el Oligoceno superior (zonas de *Siphogenerina transversa, S. basispinata* y *Robulus wallacei*) descansan discordantemente sobre el Eoceno. El sinclinorio del Cauca se hundió tan profundamente que el mar avanzó hasta los alrededores de Cali (Formación Vijes). Las cuencas de Bogotá y Sogamoso fueron solevantadas con los anticlinorios adyacentes y carecen de sedimentación hasta el Plioceno. Otras regiones, en contraste, como la cuenca de Mompós-Cicuco y la Alta Guajira, que eran tierra firme durante la mayor parte del Paleogeno, se hundieron bajo el mar.

Los movimientos alcanzaron aparentemente su máxima intensidad durante el Mioceno y las fases tectónicas siguieron rápidamente una después de otra. Durante esta época, por lo menos cuatro fases pueden ser distinguidas (VAN DER HAMMEN 1960).

Los eventos geológicos durante el Plioceno no son bien conocidos por las dificultades estratigráficas que este piso todavía presenta. Pero es seguro, que el Plioceno de la costa (Formación La Popa) está ligeramente inclinada y discordante sobre el Mioceno. Al principio del Cuaternario las Cordilleras andinas alcanzaron aproximadamente su altura actual y relativamente fueron muy pocos los cambios que sufrieron durante el último millón de años de la historia terrestre.

La extensión de los movimientos verticales nos enseñan las potencias de los sedimentos que se acumularon en los sinclinorios. En el Chocó (Sinclinorio de Bolívar, W. E. NYGREN 1950) el Terciario tiene casi 12.000 m. de potencia, el Mioceno solamente consta de 4600 m. En el valle del río Magdalena, el Terciario alcanza 7500 m. y solamente el Mioceno 4000 m. Allí se conocen fallas hasta de 5000 m. de resalto. Por otra parte, las masas erodadas durante el Terciario, por ejemplo en el anticlinorio de Villeta [E8-9], se calculan en más de 7000 m. de espesor. No resulta exagerado decir que la diferencia entre los sitios más solevantados durante el Terciario y los más hundidos en los Andes colombianos es más de 15.000 m.

Magmatismo

Estos movimientos tectónicos terciarios fueron acompañados por extensas intrusiones y extrusiones magmáticas. Las más antiguas en el Terciario son las básicas y ultrabásicas que se observan particularmente en la Serranía de Baudó y la Cordillera Occidental, y se extienden tal vez hasta la Cordillera Oriental. Los diques y vetas constan predominantemente de basalto y dolerita, mientras que los mayores cuerpos intrusivos están constituídos de gabro, peridotita y piroxenita. En la Serranía de Baudó (Cabo Corrientes) tales rocas penetran las lutitas silicosas del Paleoceno y Eoceno inferior y bloques de calizas de Algas del Eoceno medio flotan en las masas de dolerita, basalto y gabro. Las mismas rocas, ocasionalmente con olivina, constituyen la mayor parte de las islas Gorgona y Gorgonilla [A11] (A. GANSSER 1950). En la Cordillera Occidental se formaron derrames y "enjambres de diques" (A. A. OLSSON 1956) de dolerita que siguen las laderas orientales de los valles de los ríos San Juan [C8-9] y Atrato [C8-5] y se extienden hasta la Serranía de San Jerónimo [D5]. Estas intrusiones y extrusiones tuvieron lugar después del Eoceno medio y se continuaron hasta el final del Eoceno. Son por lo tanto contemporáneos con los movimientos pirenaicos.

Tal vez pertenecen al mismo ciclo magmático y tectónico las intrusiones ultrabásicas (pegmatita y gabro cuarcítico) que A. GANSSER encontró en el Albiano de los alrededores de Muzo en la Cordillera Oriental (D. TRUMPY 1943, A. A. OLSSON 1956). Se supone generalmente que la mineralización esmeraldífera está en estrecha conexión con cuerpos básicos en la profundidad. En esta conexión es muy llamativo el hecho, de que la región esmeraldífera (Muzo, Gachalá, Chivor) coincide con la Cuenca de Cundinamarca, la región de máximo hundimiento durante el Cretáceo.

El segundo ciclo magmático terciario se manifiesta en las intrusiones de tonalitas de las Cordilleras Central y Occidental y tal vez también en la Serranía de Baudó (A. A. OLSSON 1956). Estas forman extensos batolitos al norte de la Fosa del Patía, en los Farallones de Cali, al este de los ríos San Juan y Atrato, y cerca de Pijao [D9], Pradera (Río Fraile) y Tacueyó (entre el Río Palo y la quebrada Frísoles) en la Cordillera Central (H. W. NELSON 1957). Estos cuerpos intruyeron el Grupo de Cajamarca, las formaciones Dagua, Espinal, el Grupo Diabásico-Porfirítico y atraviesan también los diques básicos del Eoceno superior. A. GANSSER (1950) y A. A. OLSSON (1956) atribuyen a estas intrusiones por lo tanto una edad oligocena, mientras que H. W. NELSON (1957) a base de observaciones de J. Keizer las considera como pre-paleocenas, una opinión que sin duda necesita una revisión. En el contacto de las tonalitas con las diabases del Cretáceo y los diques básicos y ultrabásicos del Eoceno superior se formaron las vetas de platino y oro, que son el origen de los yacimientos secundarios de Andagoya [C-8] (Chocó) y Barbacoas [A12] (Nariño).

Al tercer ciclo magmático terciario pertenecen las andesitas, dacitas, riolitas y tobas que están ampliamente dispersas en las cordilleras Central y Occidental desde

Pasto [B12] en el sur hasta la Alta Guajira en el norte. Atraviesan en forma de diques todas las formaciones antiguas hasta el Oligoceno superior (H. W. NELSON 1957). Este ciclo comienza aparentemente en el límite Oligoceno-Mioceno, alcanza su máxima intensidad en el Mioceno medio y superior y se continúa en el Plio-Pleistoceno (formación Popayán) y con intensidad reducida hasta hoy día en los volcanes de Cumbal [B13], Azufral de Túquerres [B12] y Chiles [AB13] de la Cordillera Occidental y Sotará [C11], Puracé [C11], Pan de Azúcar [C11], Huila [CD10], Tolima [D9] y Ruiz [D9] de la Cordillera Central. Las tobas de los volcanes se extienden hasta la costa caribe, donde su aparición se puede reconocer claramente en la zona de la *Globorotalia fohsi lobata.*

Esporádicamente hay diques andesíticos y dacíticos también en la Cordillera Oriental: en Iza, cerca a Sogamoso [G8], en las inundaciones de Labranza Grande y en el Macizo de Quetame. Las fuentes calientes de Paipa [F8] tienen probablemente su origen en un cuerpo andesítico-dacítico a poca profundidad.

Si consideramos en su conjunto todos los eventos tectónicos que tuvieron lugar en el Terciario de Colombia, es decir, las discordancias, transgresiones marinas y las fases magmáticas, llegamos al siguiente esquema histórico:

TABLA IV

TABLA DE LOS MOVIMIENTOS TECTONICOS DE LOS ANDES COLOMBIANOS EN EL SUPRACRETACEO Y CENOZOICO

Pisos según la clasificación conservativa	Fases tectónicas	Transgresiones y regresiones	Pisos europeos Oligo-Mioceno según STAINFORTH 1960
Cuaternario		Regresión progresiva	
	Solevantamiento general, leve volcanismo		
Plioceno		Transgresiones locales	Plioceno
	ligeras dislocaciones, volcanismo		
Mioceno sup. Mioceno med. Mioceno inf. alto		Leve transgres. seguida por regresión	Sarmatiano Tortoniano
	volcanismo andesítico-dacítico — movimientos de menor intensidad		
Mioceno inf. bajo Oligoceno sup.		Transgres. seguida por regresión	Helveciano Burdigaliano Aquitaniano sup.
	intrusión de tonalitas — movimientos de mayor intensidad		
Oligoceno med. Oligoceno inf. Eoceno superior Eoceno med. en parte		Transgresión	Aquitaniano infer. Oligoceno Eoceno superior Eoceno med. en parte
	intrusiones y extrusiones básicas y ultrabásicas — movimientos de mayor intensidad		
Eoceno med. en parte Eoceno inf.		Transgres. seguida por regresión	Eoceno med. en parte Eoceno inferior
	plegamientos		
Paleoceno		Transgresión	Paleoceno
Maestrichtiano		Transgres. seguida por regresión	Maestrichtiano
	suaves plegamientos		
Campaniano		Transgres. seguida por regresión	Campaniano
	suaves plegamientos		
Santoniano		Transgres. seguida por regresión	Santoniano
Coniaciano		Transgres. seguida por regresión	Coniaciano

En lo general se puede decir, que cada fase tectónica está seguida por una transgresión en los sinclinorios, mientras que el solevantamiento de los anticlinorios reanima la erosión. Durante el período subsiguiente de relativa quietud, las cuencas se rellenan con sedimentos, el mar retrocede progresivamente y la intensidad de la erosión se disminuye. Sin embargo, las regresiones marinas están interrumpidas con frecuencia por avances de menor tamaño, como lo muestran BÜRGL, BARRIOS & RÖSTROM (1955) para el Mioceno inferior (Aquitaniano, Burdigaliano y Helveciano) del Arroyo Saco [B3] (Atlántico).

El volcanismo andesítico-dacítico no está restringido a las fases tectónicas sino sigue durante todo el Neogeno y Cuaternario. Sin embargo, muestra mayor intensidad en las fases tectónicas.

Tipos de estructuras

Las estructuras de los Andes colombianos son en primer lugar el resultado de los movimientos tectónicos del Mesozoico y Cenozoico descritos en los párrafos anteriores. Las etapas principales de estos movimientos son:

1. El hundimiento cíclico de los geosinclinales durante el Mesozoico, particularmente durante el Cretáceo.
2. El solevantamiento de los anticlinorios y hundimiento de los sinclinorios durante el Terciario.
3. El solevantamiento general de la región andina al principio del Cuaternario.

Respecto a estas etapas tectónicas, los Andes colombianos coinciden aproximadamente con las cordilleras "alpinotípicas" (H. STILLE 1940) terciarias. Sin embargo, respecto a sus estructuras no queremos designarlos como Cordilleras de tipo alpino. La estructura de los Alpes está caracterizada por pliegues amplios y mantos de sobrescurrimiento de extensa dislocación. En los Andes colombianos, tales formas tectónicas faltan por completo. Su estructura está caracterizada en primer lugar por bloques y fallas. Los pliegues suaves que aparecen en los cortes geológicos son generalizaciones que resultan al desatender las fallas y las abruptas torsiones locales. En Santander y Norte de Santander se puede observar, que las distintas facies del Cretáceo inferior están delimitadas por líneas bastante rectas, hecho que indica que ya el hundimiento del geosinclinal cretáceo tuvo lugar en forma de bloques y no de ondulaciones suaves. También los sinclinorios terciarios seguramente estaban en gran parte limitados lateralmente por fallas. Hoy día es raro encontrar un área de 100 km.^{2} que no esté atravesada por una falla de mayor dislocación. Es cierto que hay pliegues también, pero ellos no desempeñan un papel tan importante y son de un tipo distinto de los de las cordilleras "alpinotípicas".

Como lo muestra la figura 27, son particularmente las series sedimentarias y los cuerpos cristalinos del Occidente andino, los que están cortados por numerosas fallas en bloques largos y estrechos en forma de láminas, los cuales se trasladan uno encima del otro a manera de tejados (estructuras imbricadas). No se conoce ningún sitio donde se pueda observar una sucesión completa del grupo porfirítico-diabásico, de las formaciones Espinal y Dagua o del Grupo de Cajamarca.

La Cordillera Central se solevantó al principio del Mesozoico y fue cubierta, por lo menos parcialmente, por sedimentos liásicos y cretáceos, que fueron erodados en su mayor parte durante los solevantamientos terciarios. Las estructuras que expone hoy día son el resultado de todos los movimientos e intrusiones ígneas desde, por lo menos, la fase caledónica. Los conocimientos actuales no permiten analizar históricamente estas complicadas estructuras.

Las estructuras de la Cordillera Oriental son mucho más suaves. A grandes rasgos se reconocen pliegues amplios, a veces con un flanco invertido, como es el caso en el Anticlinorio de Villeta, en los bordes de la Sabana de Bogotá y en el borde llanero del Macizo de Quetame (fig. 27). En Cundinamarca, la Cordillera Oriental se yergue en forma de un hongo sobre las regiones adyacentes, como entre las puñazas de un torno. Sin embargo, donde existen afloramientos en una densidad suficiente para facilitar estudios detallados, las estructuras resultan mucho más complicadas por fallas de lo que aparece a primera vista (fig. 28). En su mayoría son fallas inversas, es decir causadas por compresión y no por tensión. Particularmente los anticlinales son los que están tan fracturados, mientras que los sinclinales son más regulares y menos afectados por fallas (fig. 30).

Los sinclinorios interandinos terciarios tienen unas veces la forma de sinclinales suaves (fig. 31, parte izquierda), y otras la de fosas (grábenes) muy fracturadas (fig. 31, parte derecha). En ellos las areniscas y conglomerados del Terciario inferior ocupan con frecuencia posiciones pendientes hasta verticales o inversas y forman lomas largas y angostas. El Terciario superior, en contraste, es con frecuencia horizontal o casi horizontal y forma paisajes de mesetas (fig. 29).

Las regiones del Terciario marino, que fueron inundadas por el mar relativamente tarde, presentan estructuras suaves con domos sedimentarios, como es por

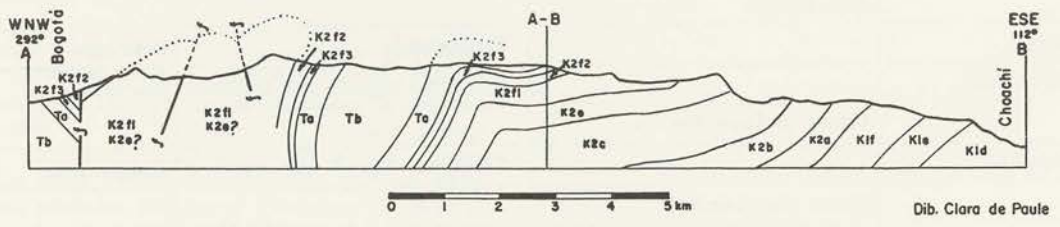


Fig. 30 — Corte geológico Bogotá-Choachí según R. DE LA ESPRIELLA & VILLEGAS 1960. (Tb, Eoceno inferior; Ta, Paleoceno; K2f3, Maestrichtiano superior; K2f2, Maestrichtiano medio; K2f1, Mestrichtiano inferior; K2e, Campaniano; K2c, Coniaciano; K2b, Turoniano; K2a, Cenomaniano; K1f, Albiano; K1e, Aptiano; K1d, Barremiano).

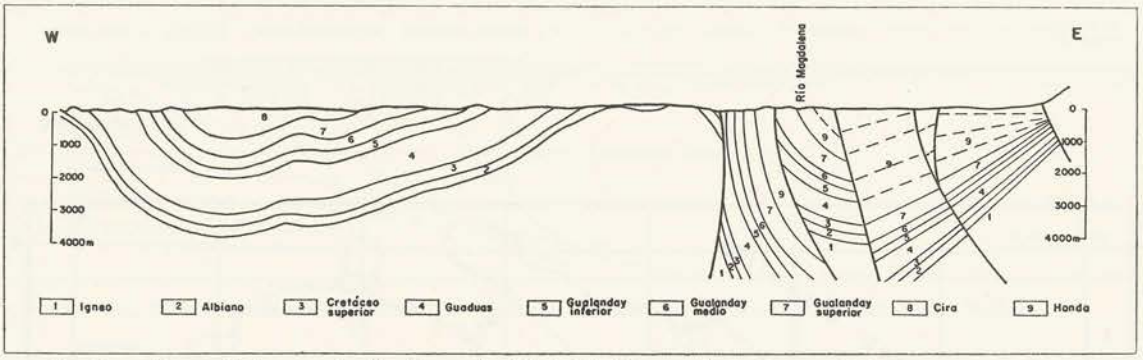


Fig. 31 — Corte geológico a través del valle superior del río Magdalena según J. TORRES 1958, ligeramente modificado.

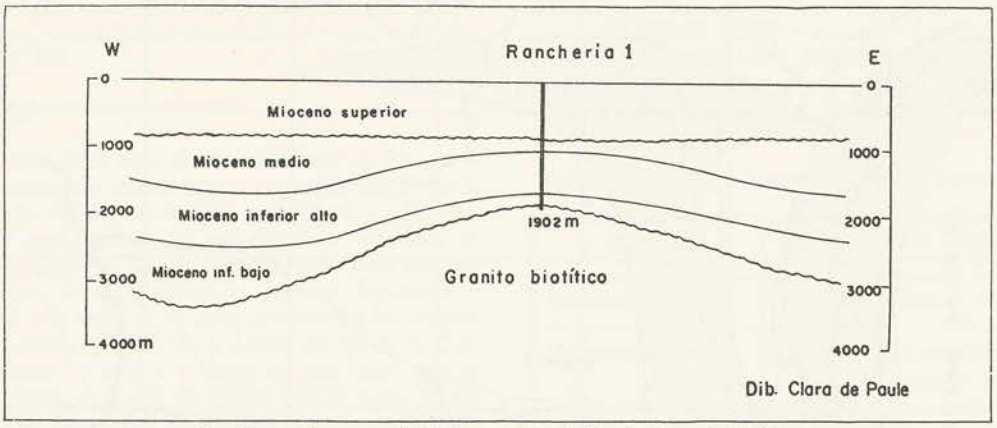


Fig. 32 — Corte a través de la estructura de Ranchería en la Guajira.

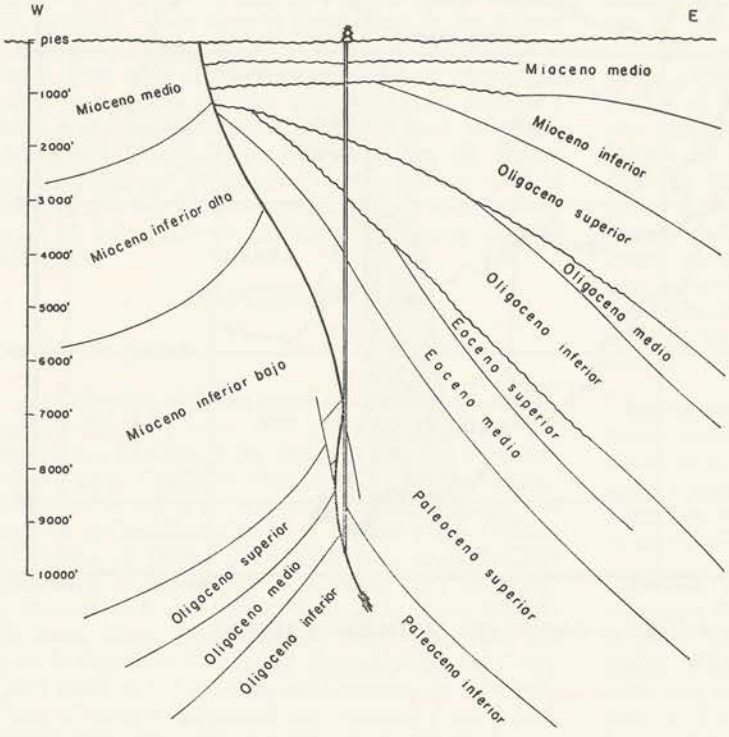


Fig. 33

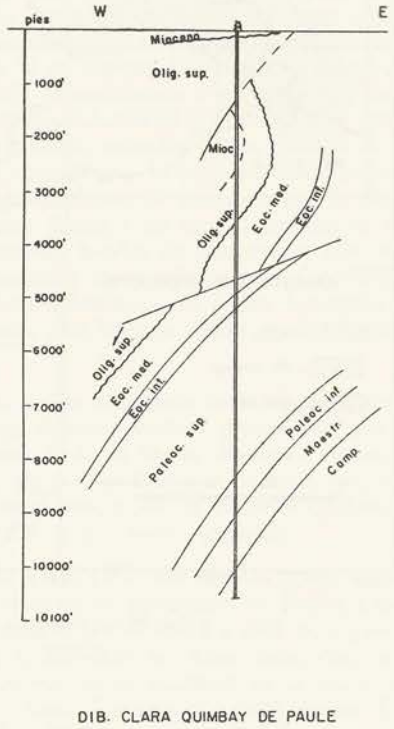


Fig. 34

Estructuras del Terciario marino en la zona costanera al sur de Cartagena

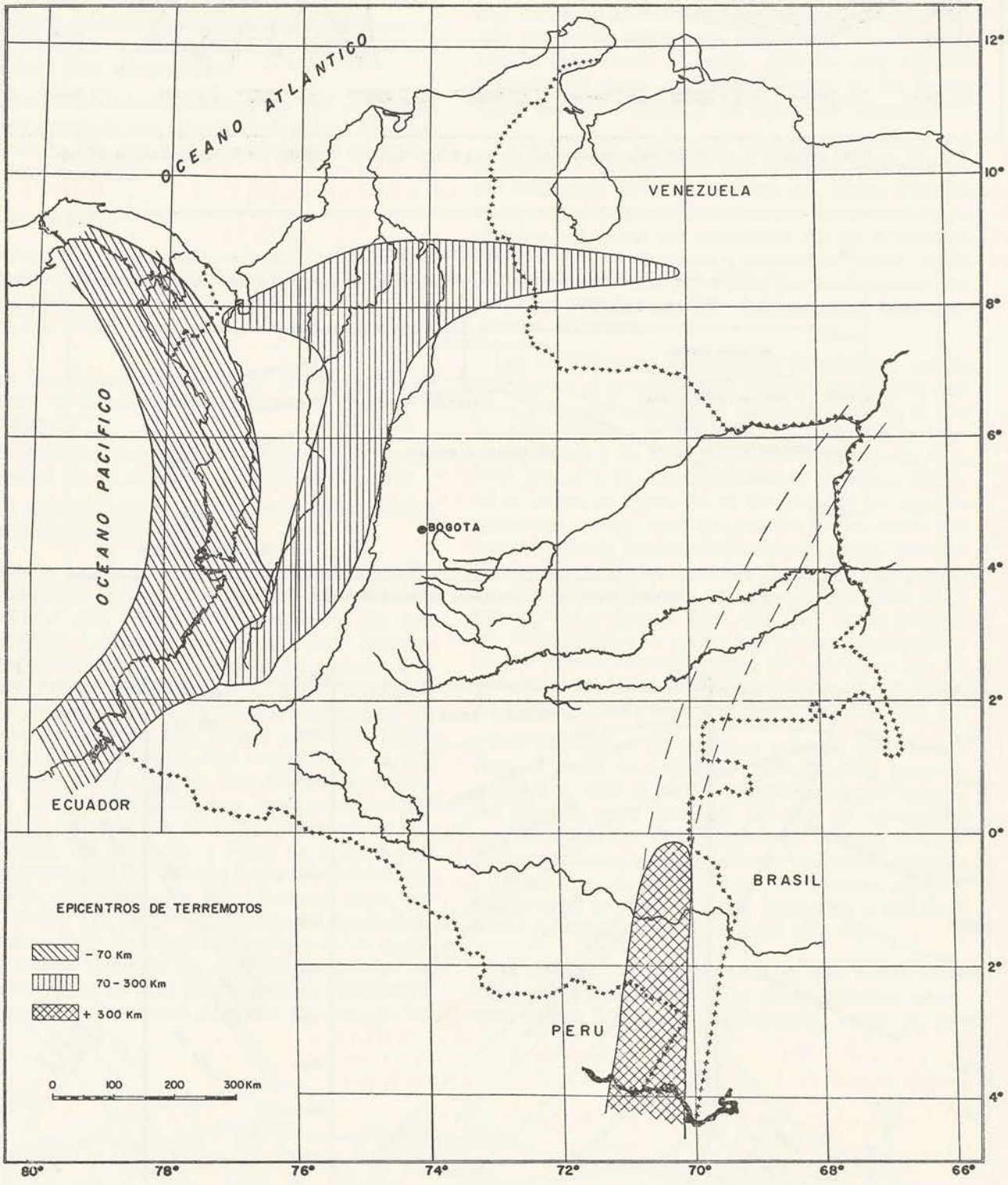


Fig. 35 — Epicentros de terremotos en Colombia según GUTENBERG & RICHTER.

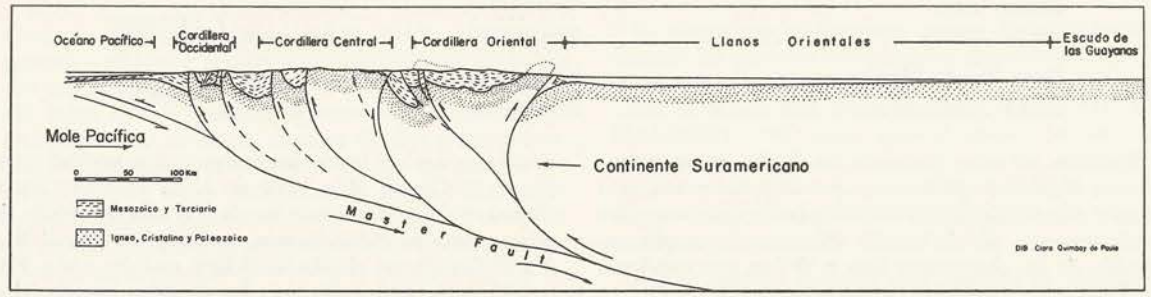


Fig. 36 — Esquema del movimiento del continente suramericano sobre la mole estable del Océano Pacífico.

ejemplo el caso en la región de Cicuco [DE4] y en la estructura de Ranchería en la Guajira [G2] (fig. 32). Pero en las regiones donde también el Paleogeno está desarrollado, se encuentran fallas pendientes de sobrescurrimiento, discordancias apreciables y capas invertidas (figs. 33 y 34).

Terremotos

Una cierta clave para el entendimiento de los movimientos tectónicos, mesozoicos y terciarios nos la da la distribución de los terremotos en Colombia (fig 35). Según su profundidad, los epicentros se localizan en tres zonas distintas: a) los terremotos de poca profundidad (hasta 70 km.) tienen su máxima frecuencia e intensidad a lo largo de la costa pacífica; b) los de profundidad media (70-300 km.) tienen un eje en la Cordillera Central y otro a lo largo de una línea que se extiende desde el Golfo de Urabá [BC5] hasta el sur del Lago de Maracaibo [H4]; este último corresponde a importantes dislocaciones terciarias; c) la zona de terremotos profundos (de más de 300 km. de profundidad) corresponde a la línea de charnela (hinge line, L. G. WEEKS 1959) entre el geosinclinal de los Llanos Orientales y el Escudo de Las Guayanas. Si conectamos todos estos sitios de epicentros, resulta un plano que corta la superficie terrestre cerca a la costa pacífica y buza con aproximadamente 20 grados hacia el sureste debajo del Escudo de las Guayanas (fig. 36). Parece que el continente suramericano deriva hacia y sobre la mole estable del fundamento del Océano Pacífico a lo largo de este plano de máxima perturbación (master fracture).

CUATERNARIO

Fenómenos glaciales

En Colombia, el límite actual de la nieve está situado aproximadamente entre 4650 y 4900 m. de altura. Varios altos y macizos de los Andes se yerguen sobre esta altura: en la Cordillera Occidental el Nevado Cumbal [B13] (4750 m.) y el Nevado de Chiles [AB13] (4748 m.), en la Cordillera Central el Nevado Huila [CD10] (4750 m.), el Tolima [D9] (5215 m.), Quindío [D9] (5110 m.), el Nevado de Santa Isabel [D9] (5100 m.) y Nevado el Ruiz [D9] (5400 m.), la Sierra Nevada de Santa Marta (Pico Cristóbal Colón [F3] 5800 m.) y en la Cordillera Oriental la Sierra Nevada del Cocuy [G7] (5493 m.). Varios de estos nevados de las Cordilleras Central y Occidental son volcanes y sus formas superficiales están influenciadas por su actividad eruptiva. Pero las de los nevados no volcánicos dependen principalmente de la actividad del hielo.

Las formas superficiales causadas por los glaciares, tales como morrenas, valles en forma de U, planos cepillados, ollas y lagos glaciales, circos y cols fueron estudiadas en detalle en la Sierra Nevada de Santa Marta por A. GANSSER (1955) y a base de fotografías aéreas por H. C. RAASVELDT (1957). Estos autores distinguen allí cuatro estados glaciares, cuya extensión (fig. 37) y altura se especifican en la siguiente tabla:

Glaciaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta

Estado glaciar	Extensión	Límite inferior de los glaciares
Reciente	39 km².	4800 — 5000 m.
Subreciente (Bolívar)	105 km².	4500 m.
Mamancanaca	856 km².	Raasveldt 3450, Gansser 3300 m.
Aduriameina	?	2800 m.

Ambos autores están de acuerdo en la suposición de que la máxima extensión de huellas glaciales (estado Aduriameina) corresponde a la última glaciación pleistocena (Würm II en Europa, Wisconsin en Norteamérica) y el estado Mamancanaca a un estado de retroceso postpleistoceno. RAASVELDT compara el estado Bolívar con la máxima extensión de los glaciares de los Alpes en 1850, en todo caso lo considera como perteneciente al tiempo histórico. El hecho de que la Sierra Nevada de Santa Marta y las otras montañas en Colombia no presentan huellas de glaciaciones más antiguas (pre-würmianas) hace suponer a A. GANSSER, que las cordilleras colombianas no fueron levantadas en la región de nieve sino hasta la última glaciación pleistocena.

Sin embargo, si esta suposición fuera correcta, deberíamos encontrar terrazas marinas pleistocenas, por lo menos en la costa de Santa Marta, elevadas a alturas de algunos cientos de metros. Como lo mostrará más adelante, este no es el caso, y por tal razón la explicación de A. GANSSER no nos parece aceptable.

Además, TH. VAN DER HAMMEN (1960) calculó los límites de nieve en los alrededores de Bogotá a base de polen fósil para el glacial Riss I a 2800 m. y para el glacial Würm a 3050-3215 m. Estos datos casi coinciden con las alturas de las morrenas en la Sierra Nevada de Santa Marta. Tomando los resultados de TH. VAN DER HAMMEN como base, las glaciaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta se correlacionan en la siguiente manera:

Estado actual	4800-5000 m. reciente	Holoceno
Estado Bolívar	4500 m. subreciente	
Gran Estado Mamancanaca	3300-3450 m. Würm	Pleistoceno
Estado Aduriameina	2800 m. Riss I	

También en otras partes de los Andes, las morrenas y otras huellas de glaciaciones pre-würmianas son muy escasas (G. STEINMANN 1906), hecho que se explica probablemente por la erosión intensa y la amplia extensión de las glaciaciones Riss y Würm que cubrieron las huellas de las glaciaciones anteriores.

En los mismos niveles como en la Sierra Nevada de Santa Marta, A. GANSSER (1955) encontró morrenas en los nevados de Chita y del Ruiz. En lo general se puede decir que todos los páramos extensos de las cordilleras colombianas (superiores a 3000 m.) presentan rastros de glaciaciones más o menos bien conservados.

El Lago de Bogotá

TH. VAN DER HAMMEN (1960) estudió detenidamente el polen de muestras de una perforación efectuada en el terreno de la Universidad Nacional en Bogotá, que atravesó capas pleistocenas hasta una profundidad de 300 m. Los sedimentos son arcillas micáceas (limo) y arenas con intercalaciones de turba, depositados en un lago que se transformó temporalmente en pantano. A base de polen fósil construyó curvas de temperatura y comparando estas con las de EMILIANI y otros, logró correlacionar los sedimentos pleistocenos del Lago de Bogotá con los varios estados glaciales e interglaciales reconocidos en Europa y Norteamérica. Sus resultados son en breve: las temperaturas medias anuales en el Glacial Riss eran de 11°C y en el Glacial Würm 8° más bajas que las de hoy día. El límite de nieve, como ya mencionamos, estaba en el Glacial Riss I a 2800 m. y en el Glacial Würm oscilaba entre 3050 y 3215 m. de altura. Durante los períodos interglaciales, el lago de la sabana estaba rodeado por bosques de *Quercus, Alnus* y *Podocarpus,* mientras que en los períodos glaciales el límite del bosque estaba 200 a 900 m. bajo del nivel de la Sabana (2600 m.) y la flora que rodeaba el lago se componía de hierbas, gramíneas y arbustos bajos, tales como los que se encuentran hoy en los páramos altos. El desecamiento de la sabana fue un evento de tiempos relativamente modernos (históricos o prehistóricos) y es bien posible que este suceso haya pasado a la tradición indígena y exista todavía en forma de la leyenda de Bochica.

Abanicos y terrazas de ríos

Los períodos glaciales no eran solamente épocas frías sino también húmedas. En las regiones situadas debajo de 3000 m. se manifestaron esencialmente como períodos pluviales.

Hoy día observamos que cada aguacero provoca deslizamientos y aumenta la fuerza transportadora de los arroyos y ríos en tan alto grado que dichos caudales

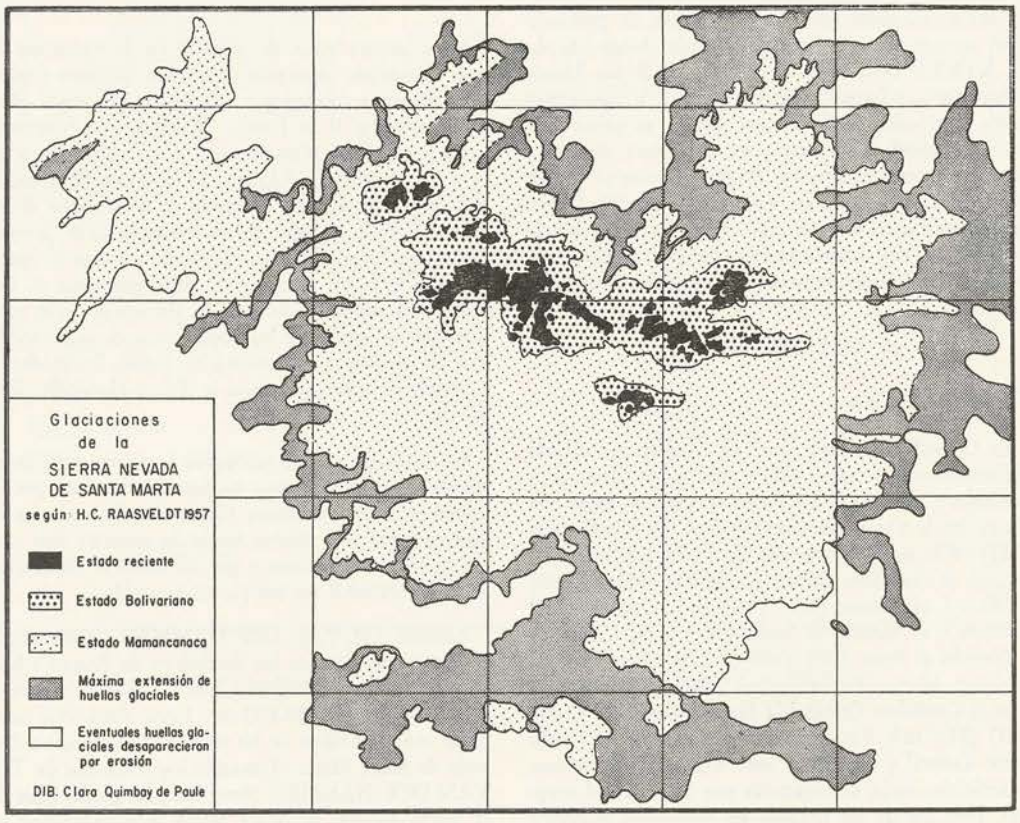


Fig. 37 — Glaciaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, según H. C. RAASVELDT 1957, modificado.

arrastran bloques enormes aguas abajo, rompiendo puentes y diques y causando inundaciones en las planicies bajas. Los cascajos, la arena y el lodo se depositan allí hasta que el próximo aguacero siga el proceso de transporte. Los inviernos, tiempos de alta precipitación, son los períodos de más intensa erosión en las regiones altas y de más fuerte sedimentación en los valles al pie de las montañas. Durante el verano, los arroyos cortan un poco los sedimentos acumulados durante el invierno, pero la sedimentación cesa casi por completo.

El mismo contraste que observamos hoy día entre invierno y verano existió en el Pleistoceno entre los períodos pluviales e interpluviales. Durante los glaciales-pluviales aumentaron los glaciares, impulsando las morrenas frontales y laterales hacia adelante. Los arroyos recogieron en parte este material y el detrito de las laderas resquebrajado por el hielo y lo transportaron aguas abajo acumulándolo al pie de las montañas en forma de abanicos y en los valles más amplios en forma de terrazas. Durante los interpluviales hundieron su curso y cortaron a través de estos obstáculos, transportaron en un trecho reducido escaso material de los depósitos pluviales de un sitio a otro, aumentando apenas el volumen total de los sedimentos (fig. 38).

Siempre se observa que los abanicos más extensos son el resultado del Pleistoceno inferior y tal vez ya del Plioceno, del período de apreciable solevantamiento de las cordilleras. Como ejemplo mencionamos el de Fusagasugá, que tiene una longitud de 20 km., una inclinación de 900 m. y se convierte hacia abajo en la terraza más alta (Formación Mesa?) del Río Fusagasugá [E9]. Entre abanicos y terrazas no hay límite preciso. Las terrazas más antiguas están por lo general inclinadas aguas abajo y constan de cascajos grandes, mientras que las más modernas comprenden material fino y tienen una superficie casi horizontal (A. JOURNAUX & E. NICHOLLS V. 1959, foto 9).

En todas las partes de los Andes colombianos, las terrazas pleistocenas de ríos están entre los fenómenos morfológicos más frecuentes. Sin embargo, su estudio está poco avanzado aún y descripciones detalladas como la de las terrazas del río Magdalena en los alrededores de Neiva [D11], por J. ROYO Y GOMEZ (1942) y la de la terraza de Bucaramanga [F6] por J. DE PORTA (1959) son todavía escasas. En los alrededores de Garzón, Huila [D11], TH. VAN DER HAMMEN (1957) distinguió siente terrazas del río Magdalena posteriores a la Formación Mesa y las correlacionó con los períodos glaciales europeos en la siguiente manera:

Terraza	Altura sobre el cauce actual	Edad
Formación Mesa	200 m.	Plioceno o Günz
Terraza de Garzón, D 1	145 m.	Mindel
Terraza D 2	115 m.	
Terraza de Altamira, E 1	70 m.	Riss
Terraza E 2	45 m.	
Terraza F 1	24 m.	Würm
Terraza F 2	10 m.	
Terraza G	1.5 m.	

Es seguro que se formaron ciertos depósitos también durante los períodos interglaciales (interpluviales). Este es el caso, por ejemplo, de la caliza de agua dulce que cubre la terraza baja de Aipe [D10]. TH. VAN DER HAMMEN (1957) tiene razón al suponer que esta capa se formó en un clima caliente y seco. Sin embargo, su conclusión de que todos los sedimentos de las terrazas de ríos son productos de los períodos interpluviales parece una generalización no justificada.

Varios autores suponen que durante el Pleistoceno tuvieron lugar considerables solevantamientos de los Andes colombianos (A. GANSSER 1955) u otros movimientos tectónicos (A. JOURNAUX & E. NICHOLLS V. 1959). Los datos que tenemos actualmente a nuestra disposición sobre las terrazas de los ríos no confirman esta suposición. La verdad es que la terraza o mejor dicho el abanico de Fusagasugá, por ejemplo, está atravesado por numerosas fallas que contribuyen a su considerable inclinación. Sin embargo, estas fallas presentan resaltos de no más de algunos pocos metros y en su totalidad corresponden tal vez a un desplazamiento de 50 m. Además es posible, que este abanico sea en parte de edad pliocena. De las terrazas seguramente pleistocenas no conocemos ni un caso de dislocaciones o deformaciones apreciables. Todas las observaciones indican que hubo relativamente muy pocos movimientos tectónicos en los Andes colombianos desde el Pleistoceno inferior o más preciso desde el principio del Mindel.

Terrazas marinas

Las terrazas marinas indican la misma tranquilidad del Pleistoceno. Mientras que los estratos pliocenos de la zona costanera, por ejemplo las calizas de la Formación Popa, están casi siempre inclinadas y fracturadas, las terrazas pleistocenas son siempre horizontales y poco elevadas.

En los alrededores de Cartagena [D3], J. ROYO Y GOMEZ (1950) observó dos niveles bien claros de diferentes edades; uno a unos 20 a 26 m. del Pleistoceno inferior, otro del Pleistoceno superior a 3 m. sobre el nivel del mar. La terraza alta "está integrada por calizas terrosas blanquecinas con algas calcáreas (Lithothamnion) y púas y otros restos de equínidos, con todo el aspecto, en conjunto, de las brechas externas de los arrecifes madrepóricos". La terraza baja representa una playa levantada y está formada por arenas calcáreas y arcillosas con gran cantidad de fósiles, particularmente Lamelibranquios, Gasterópodos y Foraminíferos.

En la Península de la Guajira, H. BÜRGL (1960) observó tres terrazas marinas de sedimentación: una que está 10 m. sobre el nivel del mar y consta de arcilla y gravilla fina sin fósiles, la cual considera de edad pliocena; otra, 5 m. sobre el nivel del mar, constituída de caliza arenosa blanda y rica en Moluscos; la tercera, situada 2 m. sobre el mar, es una playa levantada con arenas y arcillas semejantes a las de las playas recientes, también con muchos Lamelibranquios de especies recientes. BÜRGL supone que la edad de esta terraza más baja sea subreciente (Holoceno).

Restos orgánicos

La lista más extensa de fósiles marinos pleistocenos la cita J. ROYO Y GOMEZ (1950) de los alrededores de

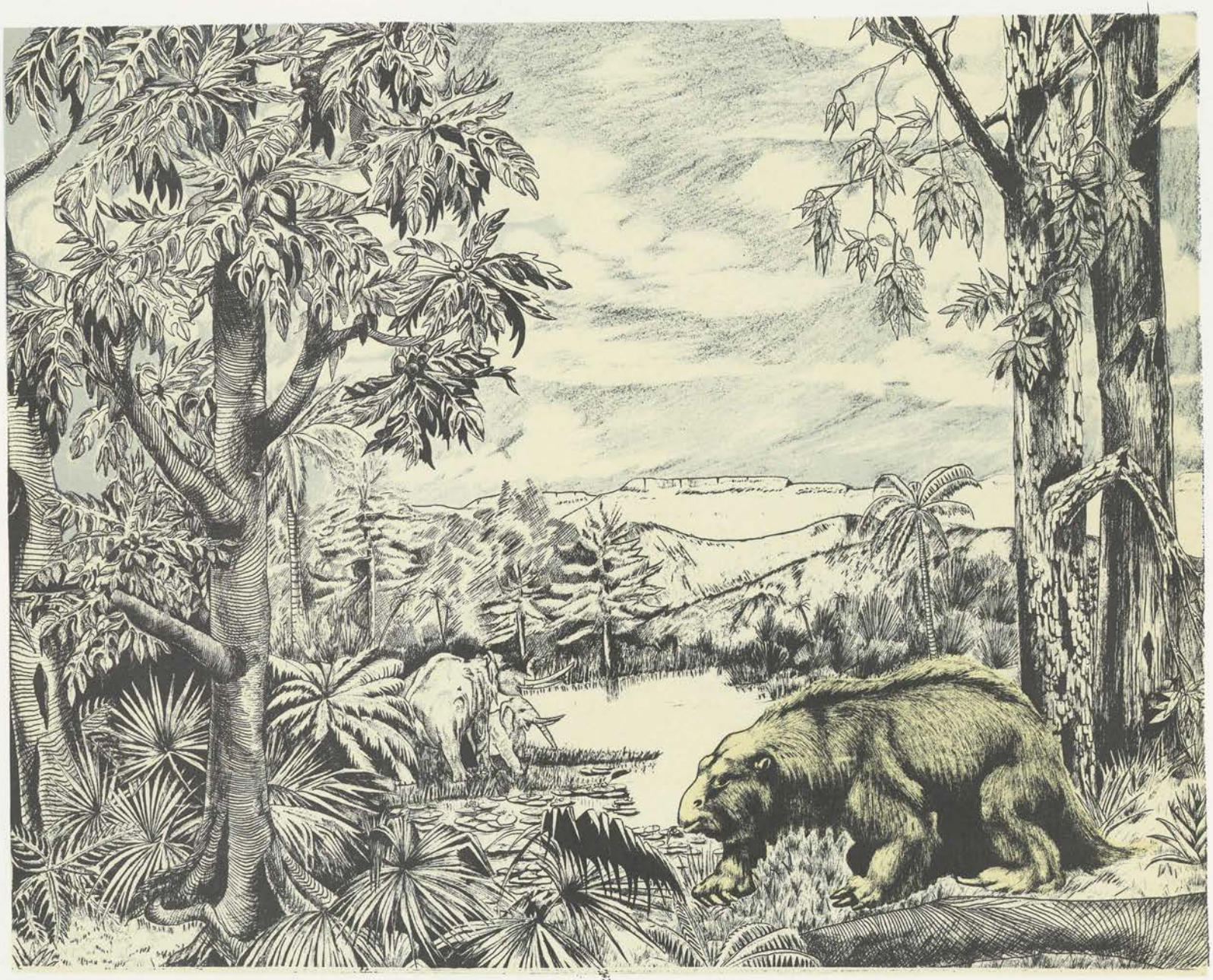
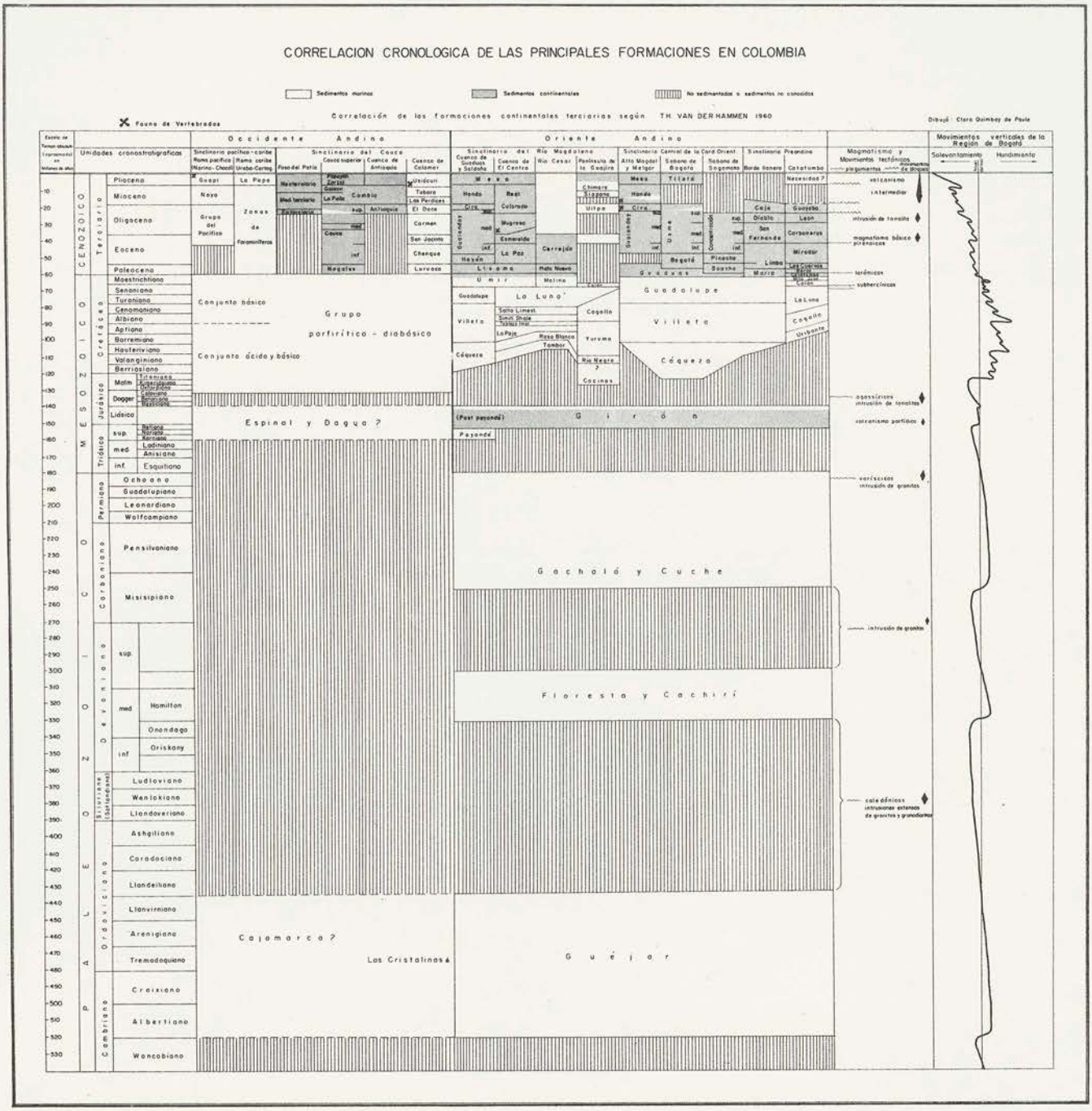


Fig. 39. Megaterio y Mastodontes en la selva andina pleistocena. Dibujado por Anemarie Röström y Magdalena Alvarez



En esta tabla las dimensiones verticales de las formaciones corresponden al tiempo absoluto de la duración de su deposición y, por lo tanto, no reflejan los espesores de las formaciones. Se ve, por ejemplo, que la deposición de la Formación Güejar duró 85 millones de años, la de la Formación Girón 14 millones de años y la de la Formación Honda 12. Los espesores de las Formaciones no están indicados en la tabla, porque varían de un sitio a otro.

De esta disposición de la tabla se puede reconocer que los eventos geológicos, como transgresiones y regresiones del mar, movimientos verticales de la costra terrestre, intrusiones y extrusiones magmáticas se intensificaron progresivamente en el curso de la historia geológica de Colombia. El Paleozoico y el Mesozoico fueron Eras relativamente tranquilas en comparación con los eventos revolucionarios del Cenozoico.

Este fenómeno se observa no solamente en Colombia sino también en muchas otras partes de la tierra y demuestra, que nuestro planeta no se acerca a un estado de vejez sino al contrario, está pasando o pasó hace pocos millones de años por uno de los períodos más inquietos de su evolución histórica.

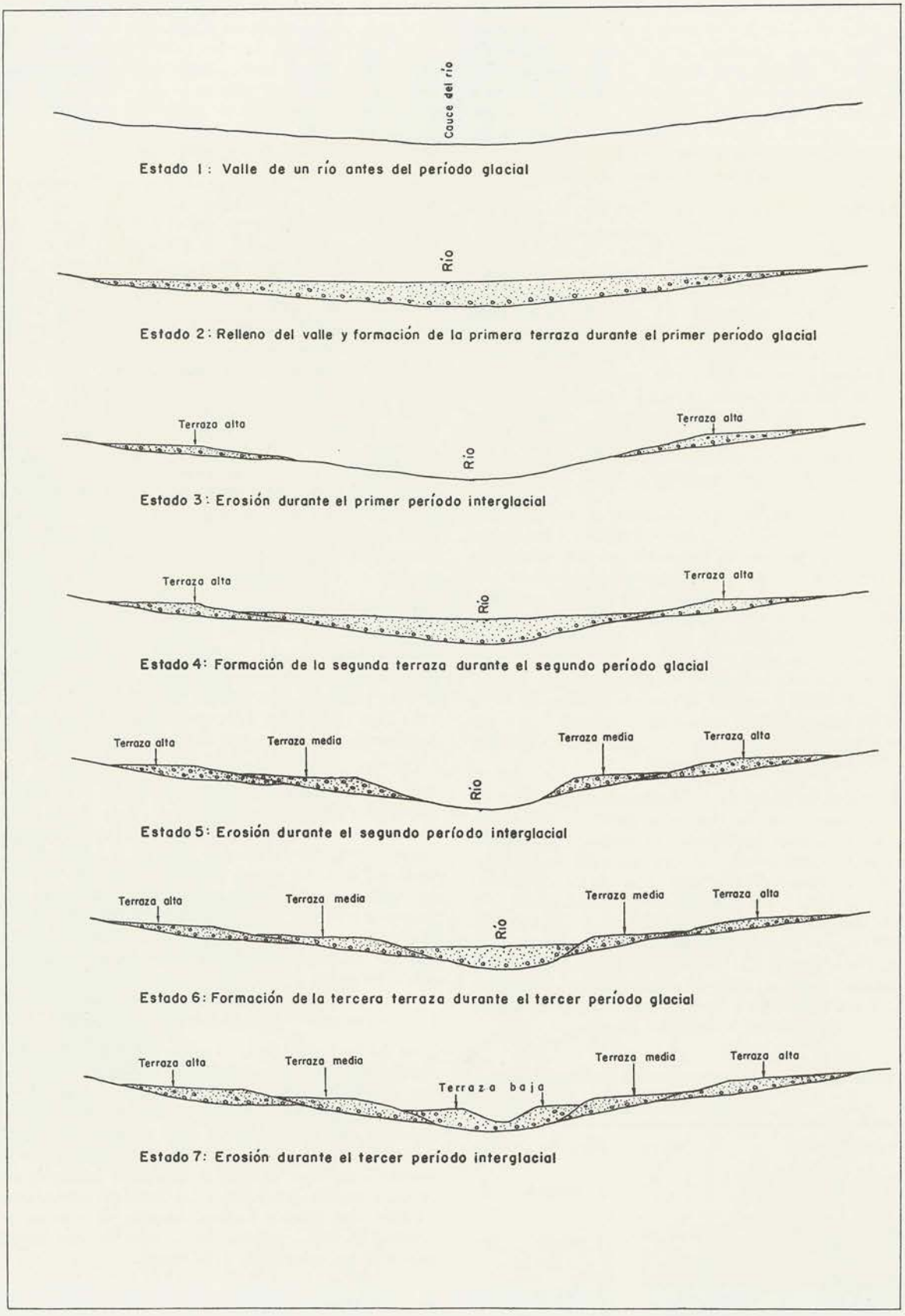
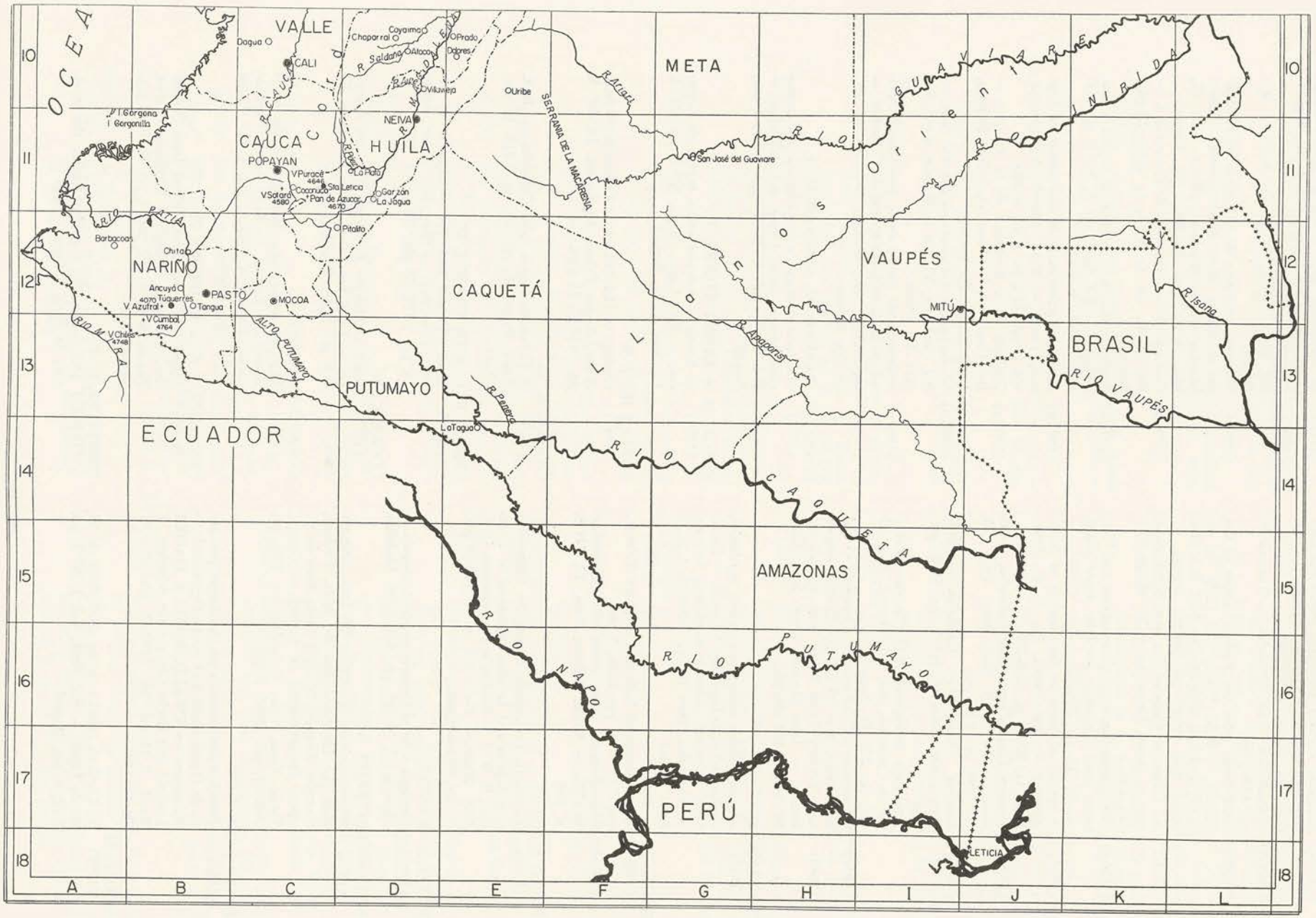


Fig. 38 — La formación de terrazas de ríos por la alternancia de períodos glaciales (pluviales) e interglaciales (interpluviales).


OCEA
VALLE
Dagua
CALI
Chaparral
Coyaima
Prado
Dolores
Saldaña
Ataco
Villavieja
Uribe
META
R. Ariari
SERRANIA DE LA MACARENA
R. Guaviare
R. Orinoco
R. Inirida
San José del Guaviare
Gorgona
Gorgonilla
CAUCA
POPAYAN
NEIVA
HUILA
Puracé 4646
Coconuco
Sta. Leticia
Sotará 4580
Pan de Azucar 4670
La Plata
Garzón
La Jagua
Pitalito
RIO PATIA
Barbacoas
Chita
NARIÑO
Ancuyá
Túquerres 4070
PASTO
MOCOA
Azufral
Tangua
Cumbal 4764
Chiles 4748
RIO MAYA
ALTO PUTUMAYO
CAQUETÁ
VAUPÉS
MITÚ
R. Isana
R. Apaporis
BRASIL
RIO VAUPÉS
PUTUMAYO
R. Putumayo
La Tagua
ECUADOR
RIO CAQUETA
AMAZONAS
RIO PUTUMAYO
RIO NAPO
PERÚ
LETICIA
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Cartagena. Son restos de Foraminíferos, Esponjas, Equínidos, Lamelibranquios, Escafópodos, Gasterópodos, Gusanos, Ostrácodos, Crustáceos y Teleósteos. Entre los Foraminíferos predominan en número *Archaias angulatus* (FICHTEL & MOLL), *Cymbaloporetta squamosa* (D'ORBIGNY) y numerosas especies de *Quinqueloculina,* habitantes de las praderas submarinas. Varias de las especies de Moluscos citadas de Cartagena colectó H. BÜRGL (1960) también en la Guajira. Los Moluscos pleistocenos y recientes se diferencian, si es el caso, solamente por características subespecíficas.

Como ya se mencionó anteriormente, las informaciones más completas sobre la flora pleistocena se deben a los estudios palinológicos de TH. VAN DER HAMMEN (1960). También las especies de plantas (o las formas del polen) se diferencian poco de las actuales. Solamente las regiones de floras variaron según los cambios del clima.

Simultáneamente con el solevantamiento de la región andina durante o al final del Plioceno se levantó también América Central, formando un puente terrestre entre Norte y Suramérica, que estaban separados por el mar, con pocas interrupciones, desde el Terciario inferior. El nuevo puente facilitó el intercambio de faunas terrestres entre los dos continentes: a Suramérica inmigraron los Mastodontes, Equidos, muchos Carnívoros y Roedores, mientras que representantes de varias familias típicas de Suramérica emigraron hacia el norte (E. THENIUS & H. BÜRGL 1957). De los últimos mencionamos particularmente el *Didelphis* (Opossum) y los Megaterios. En Colombia, son relativamente frecuentes los hallazgos de restos de animales pleistocenos, pero estos pertenecen exclusivamente a animales grandes como Megaterios, Mastodontes y Equidae (R. A. STIRTON 1953). Los huesos más pequeños de carnívoros, roedores y ungulados no llaman aparentemente la atención de la gente y no llegan a manos de los científicos. El Megaterio, un pariente del perezoso actual, era un verdadero gigante que alcanzó unos 6 m. de largo y vivió en las selvas andinas (fig. 39). Sus restos se encuentran en todas las alturas desde el río Magdalena (Villavieja, Aipe) hasta la Sabana de Bogotá (Mosquera). Otro gigante del Pleistoceno suramericano fue el Mastodonte (*Haplomastodon waringi* HOLLAND), que se alimentó de las hojas de árboles selváticos y no de gramíneas como los elefantes, sus parientes actuales.

Uno de los últimos seres vivientes aparecidos en Suramérica fue el *Homo sapiens*. La mayoría de los antropólogos supone, que atravesó el Estrecho de Bering durante el Würm-Interstadial (Brady), es decir hace unos 35.000 años y se extendió progresivamente hacia Norte y Suramérica. Sus descendientes son los indígenas americanos. Además es una suposición bastante generalizada que antes de la inmigración del *Homo sapiens* desde el Asia Oriental, ningún ser humano o prehumano pobló la tierra americana. Sin embargo, en la base de la terraza de Garzón, 145 m. encima del cauce actual del río Magdalena, se hallaron hace pocos años herramientas de ópalo, las cuales, sin duda, fueron talladas y usadas por un ser apreciablemente inteligente (H. BÜRGL 1957). Junto con estas hachas de mano y piedras de moler primitivas se hallaron también huesos de Megaterio y una muela de Mastodonte. TH. VAN DER HAMMEN (1957) y H. BÜRGL (1957) consideran la edad de la terraza de Garzón como Mindel (Kansas), es decir que terminó de formarse hace unos 180.000 años. Al estado actual de nuestros conocimientos de los fenómenos pleistocenos parece que el *Homo sapiens* sí tuvo un precursor en Suramérica, que vivió contemporáneamente con los Mastodontes y Megaterios.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Una lista bibliográfica más completa sobre la geología de Colombia se encuentra en

RAMIREZ J. E.
Bibliografía de la Biblioteca del Instituto Geofísico de Los Andes Colombianos sobre Geología y Geofísica de Colombia. Seg. ed. corr. y aument. Inst. Geof. de Los Andes Colomb., Boletín Nº 6, 221 pp., Bogotá.

VENEGAS LEYVA, A.
Bibliografía de los informes del Instituto Geológico Nacional. Comp. Estud. Geol. Ofic. Colombia, t. IX, 591 pp., Bogotá.

ANDERSON, F. M.
(1927) The Marine Miocene Deposits of North Colombia. — Calif. Acad. Sci. Proc. 16, Nº 3, pp. 87-95, pls., San Francisco.
(1928) Notes on the Lower Tertiary Deposits of Colombia and their Molluscan and Foraminiferal Fauna. — Calif. Acad. Sci. Proc. 17, Nº 1, pp. 1-29, 1 pl., 11 figs., San Francisco.
(1929) Marine Miocene and related deposits of North Colombia. — Calif. Acad. Sci. Proc. 18, Nº 4, pp. 73-213, pls. 8-23, San Francisco.

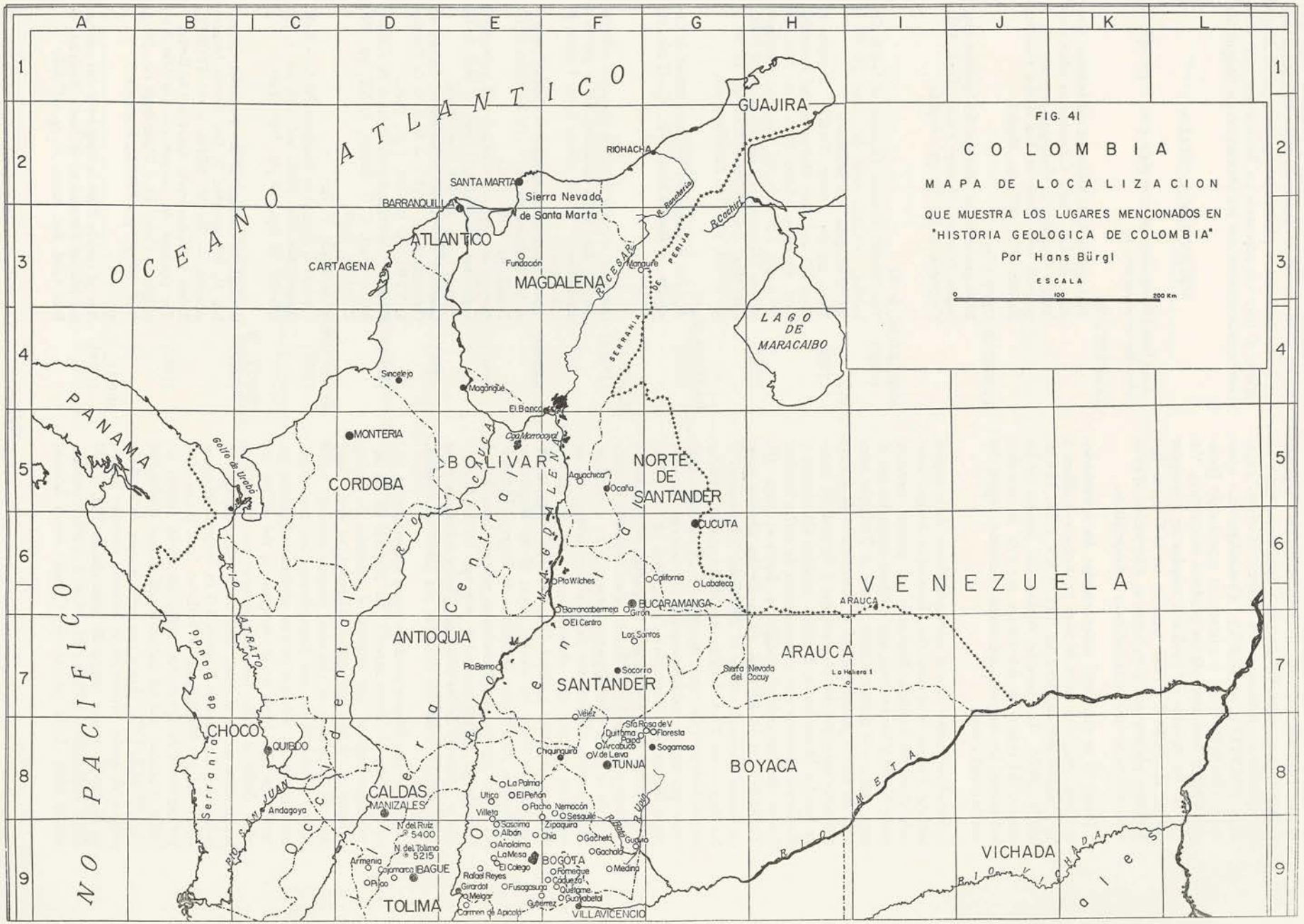
BARRIOS M., M.
(1960) Algunos Moluscos del Terciario medio de Colombia. — Boletín Geol., Vol. VI, 12 pls., en prensa.

BASSE, E.
(1936 a) Quelques remarques sur le caractère mediterranéen des faunes aptiennes de la province sud-andine. — C. R. somm. S. G. France, p. 125, París.
(1936 b) Sur la faune malacologique de Crétacé moyen de la Cordillere andine. — C. R. somm. S. G. France, pp. 87-88, París.
(1942) Révison des genres néocrétacés sud-américains: Lenticeras GERHARDT etc. — Bull. S. G. France, 5, pp. 351-363, 1 pl., París.
(1948) Quelques Ammonites nouvelles du Crétacé de Colombie (Am. Sud.). — Bull. S. G. France, 5, XVIII, pp. 691-698, 1 pl., París.
(1950) Quelques Mollusques du Crétacé de Colombie. — Bull. S. G. France, 5, XX, pp. 245-255, 1 pl., París.

BENAVIDES-CACERES, V. E.
(1956) Cretaceous System in Northern Perú. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., vol. 108, art. 4, pp. 355-493, 58 figs., 66 pls., New York.

BERGT, W.
(1899) Geologische Studien in der Republik Colombia, II, Petrographie. 2, Die älteren Massengesteine. — En W. REISS & A. STÜBEL, Reisen in Südamerika, Asher & Co. Berlín.
(1907) Zur Geologie der colombianischen Mittelkordillere. — Centr. Bl. f. Mineralogie etc., Jahrg. 1907, Nº 23, pp. 720-722, Stuttgart.

BERRY, E. W.
(1918) Age of certain Plant-bearing beds and associated Marine Formations in South America. — Bull. Geol. Soc. Amer. 30, pp. 637-648.


FIG. 41
COLOMBIA
MAPA DE LOCALIZACION
QUE MUESTRA LOS LUGARES MENCIONADOS EN
"HISTORIA GEOLOGICA DE COLOMBIA"
Por Hans Bürgl
ESCALA
0 100 200 Km
OCEANO ATLANTICO
OCEANO PACIFICO
GUAJIRA
RIOHACHA
SANTA MARTA
Sierra Nevada de Santa Marta
BARRANQUILLA
ATLANTICO
CARTAGENA
MAGDALENA
LAGO DE MARACAIBO
Sincelejo
Magangué
El Banco
MONTERIA
CORDOBA
BOLIVAR
NORTE DE SANTANDER
CUCUTA
Aguachica
Ocaña
PANAMA
Golfo de Urabá
Río Atrato
Río Magdalena
Cordillera Occidental
Cordillera Central
Cordillera Oriental
Serranía de Perijá
Río Cesar
Río Ranchería
Río Catatumbo
Río Arauca
Río Meta
Río Vichada
Río Guaviare
Río Uribe
Río San Juan
Serranía de Baudó
Pto Wilches
California
Lebrija
BUCARAMANGA
Barrancabermeja
Girón
El Centro
Los Santos
Socorro
Pto Berrio
ANTIOQUIA
SANTANDER
ARAUCA
Sierra Nevada del Cocuy
La Helbera
VENEZUELA
CHOCO
QUIBDO
Andagoya
Vélez
Sta Rosa de V
Duitama
Paipa
Floresta
Sogamoso
Arcabuco
V de Leiva
TUNJA
Chiquinquirá
BOYACA
CALDAS
MANIZALES
La Palma
Utica
El Peñon
Villeta
Pacho
Nemocón
Sesquilé
Sasaima
Zipaquira
Alban
Chia
Gachetá
Guateque
Anolaima
Gachalá
La Mesa
El Colegio
BOGOTA
Fusagasuga
Quetame
Guayabetal
Girardot
Melgar
Carmen de Apicalá
Tocaima
Ricaurte
Armenia
Calarcá
IBAGUE
Pijao
N del Ruiz 5400
N del Tolima 5215
TOLIMA
Rafael Reyes
Cáqueza
Gutiérrez
VILLAVICENCIO
VICHADA
Puerto López

(1924 a) American Tertiary Terrestrial Plants and their interdigitation with Marine Deposits. — Bull. Geol. Soc. Amer. 35, p. 782.
(1924 b) A fossil Celtis from Colombia. — Torreya 24, pp. 44-46, fig.
(1924 c) Fossil fruits from the Eastern Andes of Colombia. — Bull. Torrey Bot. Club 51, pp. 61-67, traducido al español en 1937, Bol. Min. Petrol. Nos. 97-102, pp. 243-252, Bogotá.
(1924 d) An Oligocene Cashew Nut from South America. — Amer. Journ. Sci. 8, Nº 44, pp. 123-126, figs.
(1924 e) New Tertic Species of Anacardium and Vantanea from Colombia. — Pan Amer. Geol. 42, Nº 11, pp. 259-262.
(1925) A species of Musa in the Tertiary of South America. — Nat. Acad. Sci. U. S. Amer. Proc. 11, Nº 6, pp. 298-299.
(1929) Tertiary Fossil Plants from Colombia, South America. — U. S. Nat. Mus. Proc. 75, Nº 2795, pp. 1-12, pls.
(1936) Miocene Plants from Colombia. — Bull. Torrey Bot. Club. 63, Nº 2, pp. 53-66, pls., figs.
Traducido en español 1937; Plantas miocénicas de Colombia, Bol. Min. Petrol., Nos. 97-102, pp. 221-241, Bogotá.
(1937) Un banano del Terciario de Colombia. — Bol. Min. Petrol. Nos. 97-102, pp. 253-263, Bogotá.
(1945) Late Tertiary Fossil Plants from Eastern Colombia. — John Hopkins Univ. Stud. Geol. Nº 14, pp. 171-186, pls.

BEURLEN, K.
(1938) Algunos fósiles cretácicos (vermes, equínidos, crustáceos) de la Cordillera Oriental. — Estud. Geol. Paleontol. sobre la Cordillera Oriental de Colombia, parte III, pp. 128-136, 1 pl., 9 figs., Bogotá.

BOCK, W.
(1953 a) American triassic Estherids. — Journ. Paleont., vol. 27, Nº 1, pp. 62-76, 3 pls.
(1953 b) *Howellisaura*, new name for *Howellites* BOCK. — Journ. Paleont., vol. 27, Nº 5, p. 759.

BOLLI, H.
(1957) Planctonic Foraminifera from the Oligo-Miocene Cipero and Lengua formations of Trinidad. B. W. I. — Studies in Foraminifera, U. S. Nat. Museum Bull. 215, pp. 97-123, 8 pls., 5 figs., Washington.

BOTERO ARANGO, G.
(1940) Geología sobre el Ordoviciano de Antioquia. — Minería 17, Nº 99, pp. 8249-8256, Medellín.

BOTERO RESTREPO, G.
(1950) Reconocimiento geológico del área comprendida por los municipios de Belén, Cerinza, Corrales, Floresta, Nobsa y Santa Rosa de Viterbo, Departamento de Boyacá. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. VIII, pp. 245-311, pls. 48-90, Bogotá.

BUCH, LEOP. VON
(1839) Pétrifications recueillis en Amérique par Mr. A. de Humboldt et par Charles Degenhardt. — Reimpreso en EWALD, ROTH & DAMES, Leopold von Buchs Gesammelte Schriften, 4. Band, 2. Hälfte, pp. 519-542, pls. 30 y 31, Berlín 1885.

BÜRGL, H.
(1954) El Cretáceo inferior en los alrededores de Villa de Leiva. — Bol. Geol., vol. 2, Nº 1, pp. 5-22, 4 pls., Bogotá.
(1955 a) El Guadalupe entre Tabio y Chía. — Bol. Geol., vol. 3, Nº 2, pp. 23-55, 4 pls., Bogotá.
(1955 b) *Globorotalia fohsi* en la Formación Usme. — Bol. Geol. vol. 3, Nº 2, pp. 56-65, 1 fig., Bogotá.
(1956 a) Situación geológica de las minas de esmeraldas de Muzo. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas, Físico-Químicas y Natur., vol. IX, Nos. 36 y 37, pp. 381-388, 2 pls., Bogotá.
(1956 b) Catálogo de las Amonitas de Colombia I. — Bol. Geol., vol. 4, Nº 1, p. 1-119, 28 pls., Bogotá.
(1957 a) Biostratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. — Bol. Geol. vol. 5, Nº 2, pp. 113-185, 20 pls., Bogotá.
(1957 b) Artefactos paleolíticos de una tumba en Garzón, Huila. — Rev. Colomb. Antropología, vol. 6, pp. 7-24, pls. I-XI, Bogotá.
(1960 a) Geología de la Península de la Guajira. — Bol. Geol., vol. VI, Nos. 1-3, 5 figs., 20 fotos, 1 pl., Bogotá. En prensa.
(1960 b) El Jurásico e Infracretáceo del Río Batá. — Bol. Geol., vol. VI, No 1, 20 fotos, 6 pls., Bogotá. En prensa.
(1960 c) Sedimentación cíclica en el geosinclinal cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia. — Serv. Geol. Nal., Informe Nº 1347, 60 pp., 10 figs. Inédito.

BÜRGL, H., BARRIOS, M. & RÖSTRÖM, A.
(1955) Micropaleontología y Estratigrafía de la sección Arroyo Saco, Depto. del Atlántico. — Bol. Geol., vol. 3, Nº 1, pp. 1-114, 9 pls., Bogotá.

BÜRGL, H. & DUMIT TOBON, Y.
(1954) El Cretáceo Superior en la región de Girardot. — Bol. Geol., vol. 2, Nº 1, pp. 23-48, 12 fotos, 8 pls., Bogotá.

BUTLER JR., J. W.
(1942) Geology of Honda District, Colombia. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., vol. 26, Nº 5, pp. 793-837, 14 figs.

CASTER, K. E.
(1939) A Devonian Fauna form Colombia. — Bull. Amer. Paleontol., vol. 24, pp. 1-218, 14 pls., Ithaca.

CLARK, B. L. & DURHAM, J. W.
(1946) Eocene Faunas from the Department of Bolívar, Colombia. — Geol. Soc. Amer., Mem. 16, pp. 1-126, 28 pls., Baltimore, MD.

COOKE, C. W.
(1955) Some cretaceous Echinoids from the Americas. — Geol. Surv. Prof. Paper 264-E, pp. 87-112, pls. 18-28, Washington.

CUERVO MARQUEZ, L.
(1938) Especies extinguidas, hallazgos fósiles en la sabana de Bogotá. — Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fís. Natur., vol. 2, Nº 5, pp. 38-42, figs., Bogotá.

CUSHMAN, J. A. & HEDBERG, H. D.
(1941) Upper Cretaceous Foraminifera from Santander, Colombia, Contrib. Cushman Labor. Foram. Res., vol. 17, part 4, pp. 79-100, 3 pls., Sharon, Mass.

DESHAYES, G. P.
(1824-37) Description des coquilles fossiles des environs de Paris. 2 tomos, Paris.

DICKEY, P. A.
(1941) Pre-cretaceous sediments in the Cordillera Oriental of Colombia. — Bull. Americ. Assoc. Petr. Geol., vol. 25, Nº 9, pp. 1789-1795, figs.

DIETRICH, W. O.
(1938) Lamelibranquios cretácicos de la Cordillera Oriental. — Estud. Geol. y Paleontol. sobre la Cordillera Oriental de Colombia, parte 3, pp. 81-127, 8 pls., Bogotá.

ESPRIELLA, R. DE LA
(1960) Investigaciones sobre carbones en el límite Albiano-Cenomaniano al sureste de Bogotá. — Serv. Geol. Nal., informe inédito.

ESPRIELLA, R. DE LA & H. VILLEGAS, H.
(1960) Geología de la carretera Bogotá-Choachí. — Serv. Geol. Nal. Informe Nº 1356, 27 pp., 1 pl., 2 figs., 8 fotos, inédito.

EUGSTER, H.
(1922) Zur Geologie der columbianischen Ostkordilleren. — Ecl. Geol. Helv. vol. 17, Nº 2, pp. 251-266, 1 pl., 4 figs.

FORBES, E.
(1845) Report on the Fossils from Santa Fé de Bogotá, presented to the Geological Society by Evan Hopkins, Esqu. F.G.S. — Quart. Journ. Geol. Soc. London, vol. 1, pp. 174-179, 8 figs., London.

FRITZSCHE, C. H.
(1923) Neue Kreidefaunen aus Südamerika (Ammoniten aus Turon und Senon von Kolumbien). N. Jahrb. f. Mineral. etc., Beilageband 50, pp. 1-56, 313-334, 9 figs., Stuttgart.

GANDOLFI, R.
(1955) The Genus *Glototruncana* in Northeastern Colombia. — Bull. Amer. Paleontol., vol. 36, Nº 155, pp. 1-118, 10 pls., Ithaca, N. Y.

GANSSER, A.
(1950) Geological and Petrographical Notes on Gorgona Island in relation to North-Western South America. — Bull. Suisse de Min. et Pétr., vol. 30, pp. 219-237, 6 figs., 5 pls.
(1954) The Guiana Shield (S. America). — Ecl. Geol. Helv., vol. 47, pp. 77-112, 12 figs., 4 pls.
(1955) Ein Beitrag zur Geologie und Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta (Kolumbien, Südamerika). — Schweiz. Mineral. und Petrog. Mitt., Bd. 35, Heft 2, pp. 209-279, 1 pl., 36 figs., Zürich.

GERHARDT, K.
(1897) Beitrag zur Kenntnis der Kreideformation in Colombien. N. Jahrb. f. Mineral. etc., Beilageband 11, pp. 118-208, 5 pls., 14 figs., Stuttgart.

GERTH, H.
(1939) Die Kordilleren von Südamerika. — En Regionale Geologie der Erde, Bd. 3, Abschnitt IVb, pp. 1-63, 1 pl., 12 figs., Leipzig.
(1955) Bau der südamerikanischen Kordillere. — 264 pp., 6 pls., 20 diagr., 12 figs., Leipzig.
(1957) Die Bedeutung der alten Kerne für die geologische Struktur der jungen Kordillere. — Geol. Rundsch., 45, Heft 3, pp. 707-721, 1 fig., Stuttgart.

GERTH, H. & KRÄUSEL, R.
(1931) Beiträge zur Kenntnis des Carbons in Südamerika. — N. Jahrb. f. Miner. etc. Beilageband 65, pp. 521-543, Stuttgart.

GROSSE, E.
(1926) Geologische Untersuchung des kohlenführenden Tertiärs Antioquias; Estudio geológico del Terciario carbonífero de Antioquia. — 361 pp., 105 figs., 4 mapas, D. Reimer Berlín.
(1935) Acerca de la geología del sur de Colombia II. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 3, pp. 139-231, figs. 49-85, 3 pls., Bogotá.

HAMMEN, TH. VAN DER
(1957) Las terrazas del río Magdalena y la posición estratigráfica de los hallazgos de Garzón. — Rev. Colomb. Antropología, vol. 6, pp. 261-270, 2 figs., Bogotá.
(1959) Historia de clima y vegetación del Pleistoceno superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. — Serv. Geol. Nal. Informe Nº 1322.
(1960) Estratigrafía del Terciario y del Maestrichtiano y Tectogénesis de los Andes colombianos. — Bol. Geol., vol. 7, Nos. 1 y 2, 7 pls., en prensa.

HARRINGTON, J. & KAY, M.
(1951) Cambrian and Ordovician faunas of eastern Colombia. — Journ. Paleont., vol. 25, Nº 3, pp. 655-668, 2 pls.

HARRISON, J. V.
(1930) The Magdalena Valley, Colombia, South America. — C. R. 15th Int. Geol. Congr. Pretoria, 2, pp. 399-409.

HEINZ, R.
(1928) Über die Oberkreide-Inoceramen Südamerikas und ihre Beziehungen zu denen Europas und anderer Gebiete. Beiträge zur Kenntnis der oberkretazischen Inoceramen V. Mitt. Min. Geol. Staatsinstitut Hamburg, Heft 10, pp. 41-100, 1 pl., fig.

HETTNER, A.
(1892) Die Kordillere von Bogotá. — Petermanns Mitt., Bd. 22, Ergänzungsheft 104, 131 pp., figs., Gotha.
(1907) Zur Geologie der columbianischen Zentralkordillere. — Centr. Bl. f. Min. etc., pp. 545-547, Stuttgart.

HOFFSTETTER, FUENZALIDA & CECIONI
(1957) Chile. — Lexique Stratigraph. Intern., vol. V, fasc. 7, 444 pp., Congr. Géol. Intern. París.

HUBACH, E.
(1931) Exploración en la región de Apulo-San Antonio-Viotá — Bol. Min. Petrol., vol. 4, Nos. 25-27, pp. 41-60, Bogotá.
(1933) Columna estratigráfica en la Cordillera Oriental, Fajas interior u oriental de la Cordillera en Cundinamarca y Boyacá. — Bol. Min. Petrol. Nos. 49-54, p. 123, Bogotá.
(1945) La formación "Cáqueza", región de Cáqueza, Oriente de Cundinamarca. — Comp. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 6, pp. 23-26, 1 pl., Bogotá.
(1957 a) Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia. Inst. Geol. Nal., Informe Nº 1212, 166 pp., inédito.
(1958) Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. — Bol. Geol., vol. 5, Nº 2, pp. 93-112, 3 pls., Bogotá.

HUBACH, E. & ALVARADO, B.
(1934) Estudio geológico de la ruta Popayán-Bogotá. — Serv. Geol. Nal., Informe Nº 213, inédito.
(1945) La altiplanicie de Paletará, Departamento del Cauca. — Comp. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 6, pp. 39-59, 3 pls., Bogotá.

HUERTAS, G. G. & VAN DER HAMMEN, TH.
(1953) Un posible banano (*Musa*) fósil del Cretáceo de Colombia. — Rev. Acad. Colomb. Ciencias Exact., Fís.-Químicas y Nat., vol. IX, Nos. 33 y 34, pp. 115-118, 1 pl., Bogotá.

JAWORSKI, E.
(1922) Die marine Trias in Südamerika. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 47, pp. 93-200, 2 pls., Stuttgart.
(1938) Gasterópodos del Cretácico inferior de Colombia. — Estud. Geol. y Paleont. sobre la Cord. Oriental de Colombia, parte 3, pp. 109-121, 1 pl., Bogotá.

JOURNAUX, A. & NICHOLLS, V. E.
(1959) Aspectos morfológicos de la Cordillera Oriental Colombiana. — Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact., Fís. y Natur., vol. X, Nº 41, pp. 315-326, 11 figs., 11 fotos, Bogotá.

JULIVERT, M.
(1959) Geología de la vertiente W del macizo de Santander en el sector de Bucaramanga. — Bol. de Geol., Nº 3, pp. 15-34, 12 figs., Bucaramanga.

KARSTEN, H.
(1856) Géologie de l'ancienne Colombie bolivarienne, Venezuela, Nouvelle-Grénade et Ecuador. — 60 pp., 6 pls., 11 sec. geol., Berlín, Friedländer.

KEHRER, G.
(1933) El Carboniano del borde llanero de la Cordillera Oriental. — Publ. Colegio Alemán, Nº 4, 21 pp., 2 pls., Bogotá.
(1935) Estudios geológicos en un viaje por Nariño y el Alto Putumayo. — Bol. Min. Petrol. 13, Nos. 73-78, Bogotá.
(1939) Zur Geologie der südlichen Zentral und Ostkordillere der Republik Kolumbien. — N. Jahrb. Min. etc., Beilageband 80, pp. 1-30, Stuttgart.

LANGENHEIM, J. H.
(1959) Preliminary notes on plant fossils from late paleozoic and early mesozoic rocks in the Cordillera Oriental of Colombia. — Bol. de Geol., Nº 3, pp. 51-54, Bucaramanga.

LANGENHEIM JR., R. L.
(1959) Preliminary report on the stratigraphy of the Girón formation in Santander and Boyacá. — Bol. de Geol., Nº 3, pp. 35-50, 4 figs., Bucaramanga.

LEA, I.
(1840) Notice of the Oolitic Formation in America, with descriptions of some of its Organic Remains. — Trans. Amer. Phil. Soc. 2d Series, vol. 7, pp. 1-10, 3 pls.

LIPPS, TH.
(1938) Acerca de la flora subcretácica de Colombia. — Estud. Geol. y Paleont. sobre la Cordill. Orient. Colombia, parte 3, pp. 137-144, 2 pls., Bogotá.

LLERAS CODAZZI, R.
(1926) Notas geográficas y geológicas. — Bibl. Museo Nal., pp. 1-127, pls., Bogotá.
(1928) Las rocas de Colombia. — Bibl. Mus. Nal., pp. 1-102, Bogotá.

LYELL, CH.
(1832) Principles of Geology, Vol. II, Anexo.

MASSACHUSETTS INSTITUT OF TECHNOLOGY, DEPARTMENT OF GEOLOGY AND GEOPHYSICS
(1958) Samples from the Western Part of the Guayana Shield in Colombia. — Sixth Annual Progr. Rep., U. S. A. Atomic Energy Commission, p. 123-126.

MAYER-EYMAR, K.
(1857) Essai d'un tableau synchronistique des terrains Tertiaires de l'Europe. — Impr. O. Füssli & Co.

MCNAIR, A. H.
(1940) Devonian Bryozoa from Colombia. — Bull. Amer. Paleont., vol. 25, Nº 93, 34 pp., 6 pls., Ithaca, N. Y.

MILLER, A. K. & WILLIAMS, V. ST.
(1945) Permian cephalopods from northern Colombia. — Journ. Paleont., Vol. 19, Nº 4, pp. 347-349, 1 fig., 1 pl.

MOOK, C. C.
(1941) A new fossil crocodilian from Colombia. — U. S. Nat. Mus. Proc., vol. 91, pp. 55-58, 6 pls.

MOORE, R. C.
(1958) Introduction to Historical Geology. — 2 nd ed., 656 pp., figs., pls., McGraw-Hill Book Comp., New York, Toronto, London.

MORALES, L. G. & COLOMBIAN PETROLEUM INDUSTRY
(1958) General Geology and Oil Occurences of Middle Magdalena Valley, Colombia. — En L. G. WEEKS, Habitat of Oil, pp. 641-695, 29 figs., Amer. Assoc. Petr. Geol., Tulsa.

NELSON, H. W.
(1957) Contribution to the geology of the Central and Western Cordillera of Columbia in the sector between Ibagué and Cali. — Leidse Geol. Meded., deel 22, pp. 1-76, 28 figs., 6 pls., Leiden.

NEUMANN, R.
(1907) Beiträge zur Kenntnis der Kreideformation in Mittel-Perú. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 24, pp. 69-132, 5 pls., 2 figs., Stuttgart.

NEWELL, N. D., CHRONIC, J. & ROBERTS, T. G.
(1953) Upper Paleozoic of Peru. — Geol. Soc. Amer. Mem. 53, 276 pp., 43 pls., New York.

NOETH, L.
(1938) Dos especies de equínidos del neocomiano de Colombia. — Estud. Geol. y Paleont. sobre la Cord. Orient. de Colombia, parte 3, pp. 122-136, 1 pl., Bogotá.

NOTESTEIN, F. B., HUBMAN, C. W. & BOWLER, J. W.
(1944) Geology of the Barco Concession, Republic of Colombia, South America. — Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 55, pp. 1165-1216, 10 figs., 6 pls.

NYGREN, W. E.
(1950) Bolivar Geosyncline of Northwestern South America. — Amer. Ass. Petr. Geol. Bull., vol. 34, Nº 10, pp. 1998-2006, 3 figs.

OLSSON, A. A.
(1956) Colombia. — En W. F. JENKS, Handbook of South American Geology. Geol. Soc. America, Mem. 65, pp. 293-326, 2 figs., New York.

OLSSON, A. A. & CASTER, K. E.
(1937) Devonian Fossils from Colombia, South America. — Proc. Geol. Soc. America, 1936, p. 369.

OPPENHEIM, V.
(1940 a) Glaciaciones cuaternarias en la Cordillera

Oriental de la República de Colombia. — Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fís. Natur., vol. 4, Nº 13, pp. 70-82, 1 pl., figs., Bogotá.

(1940 b) Jurassic-Cretaceous (Giron) Beds in Colombia and Venezuela. — Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull., vol. 24, Nº 9, pp. 1612-1619, fotos.

(1941) Geología del sur de la Cordillera Oriental entre los Llanos y el Magdalena. — Bol. Min. Petrol. (1939-1940), Nos. 121-144, pp. 81-95; 3 pls., Bogotá.

ORBIGNY, A. D'.

(1842) Coquilles et échinodermes fossiles de Colombie, recueillis par M. Boussingault. — 64 pp., 6 pls., Bertrand París, Levrault Strassbourg.

OSPINA, T.

(1911) Reseña sobre la geología de Colombia y especialmente del antiguo departamento de Antioquia. — 102 pp., Medellín.

PABA SILVA, F. & VAN DER HAMMEN, TH.

(1960) Sobre la geología de la parte S de la Macarena, Intendencia del Meta. — Serv. Geol. Nal., informe Nº 1321, 16 pp., 3 pls., 13 fots., inédito.

PAPP, A.

(1959) Tertiär, 1. Teil. Grundzüge regionaler Stratigraphie. — En F. LOTZE, Handbuch der Stratigraphischen Geologie; 411 pp., 89 figs., 63 tab., Stuttgart.

PAULCKE, W.

(1903) Über die Kreideformation in Südamerika und ihre Beziehungen zur anderen Gebieten. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 17, pp. 252-312, 3 pls., 4 figs., Stuttgart.

PETTERS, V.

(1954) Typical Foraminiferal Horizons in the Lower Cretaceous of Colombia, S. A. — Contr. Cushman Found. Foram. Res., vol. 5, part 3, pp. 128-137, 7 figs., 1 pl.

(1955) Development of Upper Cretaceous foraminiferal faunas in Colombia. — Journ. Paleont., vol. 29, pp. 212-225, 7 figs.

PETTERS, V. & SARMIENTO, R.

(1956) Oligocene and Lower Miocene biostratigraphy of the Carmen-Zambrano area, Colombia. — Micropaleontology, vol. 2, Nº 1, pp. 7-35, 1 pl., 2 figs., 7 tabls.

PILSBRY, H. A. & OLSSON, A. A.

(1935) Tertiary Fresh-Water Mollusks of the Magdalena Embayment, Colombia. — Acad. Nat. Sci. Proc., vol. 77, pp. 7-21. Traducido en español en 1941, Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fís. Natur., vol. 4, Nos. 15 y 16, pp. 410-417, Bogotá.

PORTA, J. DE

(1959) La terraza de Bucaramanga. — Bol. de Geol., Nº 3, pp. 5-13, 1 pl., Bucaramanga.

RAASVELDT, H. C.

(1957) Las glaciaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta. — Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fís.-Quím. y Natur., vol. 9, Nº 38, pp. 469-482, 20 figs., 1 pl., Bogotá.

RAMIREZ, J. E.

(1953) Excursión a la Cueva de los Guácharos, Corregimiento de Palestina, Municipio de Pitalito, Depto. del Huila. — Rev. Javeriana, vol. 40, Nº 199, pp. 197-208, fotos, figs., Bogotá.

REDMOND, C. D.

(1953) Miocene Foraminifera from the Tubara beds of Northern Colombia. — Journ. Paleont., vol. 27, Nº 5, pp. 708-733, pls. 74-77, 1 fig.

REINHART, R. H.

(1951) A new Genus of Sea Cow from the Miocene of Colombia. — Bull. Dep. Geol. Sci., vol. 28, Nº 9, pp. 203-214, figs.

RENZ, O.

(1956) Cretaceous in Western Venezuela and the Guajira (Colombia). — 20th session Int. Geol. Congr. Mexico City, 13 pp., 6 pls., Manuscrito.

REYMENT, R. A.

(1955) The Cretaceous Ammonoidea of Southern Nigeria and the Southern Cameroons. — Geol. Surv. Nigeria, Bull. 25, 112 pp., 24 pls.

(1958) Über einige Ammoniten aus dem Coniac Kolumbiens und Venezuelas, Südamerika. — Stockholm Contrib. Geology, vol. II: 1, pp. 1-24, 4 pls., 10 figs., Stockholm.

REYMOND, E.

(1942) Informe sobre los yacimientos de azufre del Macizo del Ruiz, en los departamentos de Caldas y Tolima. — Comp. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 5, pp. 397-416, 4 figs., 3 pls., Bogotá.

(1938) Amonitas del cretácico inferior de la Cordillera Oriental. — Estud. Geol. y Paleont. sobre la Cord. Orient. de Colombia, parte 2, pp. 7-78, 12 pls., Bogotá.

ROD, E. & MAINC, W.

(1954) Revision of Lower Cretaceous stratigraphy in Venezuela. — Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., vol. 38, Nº 7, pp. 193-283, 30 figs., Tulsa.

ROYO Y GOMEZ, J.

(1941) Crustáceos y Seudopterópodos del Cretáceo de Colombia. — Bol. Min. Petrol. 1939-1940, Nos. 121-144, pp. 209-214, 8 figs., Bogotá.

(1942 a) Contribución al conocimiento de la geología del Valle superior del Magdalena (Departamento del Huila). — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 5, pp. 261-326, figs., pls. y fotos, Bogotá.

(1942 b) Fósiles devónicos de Floresta (Departamento de Boyacá). Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 5, pp. 389-395, Bogotá.

(1942 c) Fósiles del Terciario Marino del Norte de Colombia. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 5, pp. 461-488, Bogotá.

(1942 d) Datos para la geología económica de Nariño y Alto Putumayo. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 5, pp. 53-180, 53 figs., pls., Bogotá.

(1945 a) Fósiles carboníferos e infracretáceos del Oriente de Cundinamarca. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 6, pp. 193-245, 7 pls., Bogotá.

(1945 b) Fósiles del Barremiense colombiano. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 6, pp. 455-484, 3 figs., 6 pls., Bogotá.

(1950) Geología de la Isla de Tierra Bomba, Cartagena. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 8, pp. 33-66, 2 pls., Bogotá.

RUTTEN, L.

(1940) Remarks on the geology of Colombia and Venezuela. — Koninkl. Nederl. Akad. van Wetensch., Proceedings, vol. 43, Nos. 3 y 4, pp. 340-349, 472-483, 485-493.

SAUER, W.
(1957) El mapa geológico del Ecuador. — 70 pp., 1 mapa, Ed. Univers., Quito.

SAVAGE, D. E.
(1951 a) Report on Fossil Vertebrates from the Upper Magdalena Valley, Colombia. — Science, vol. 114, Nº 2955, pp. 186-187.
(1951 b) A Miocene Phyllostomatid Bat from Colombia. — Bull. Dep. Geol. Sci., vol. 28, Nº 12, pp. 357-366.

SCHAUFELBERGER, P.
(1944) Apuntes geológicos y pedológicos de la zona cafetera de Colombia. — vol. 1, 94 pp., figs., fotos, mapas; Imprenta Oficial, Manizales.

SCHEIBE, E. A.
(1938) Estudios geológicos sobre la Cordillera Oriental. — Estud. Geol. y Paleont. Cordill. Orient. Colombia, parte 1, pp. 1-58, 6 pls., Bogotá.

SCHEIBE, R.
(1925) Das Salzvorkommen von Nemocon. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 53, pp. 315-320, Stuttgart.
(1926) Informe sobre los resultados del trabajo de la Comisión Científica Nacional en Antioquia. — Docum. Comis. Cient. Nal., Nº 3, 1919, 71 pp. Bogotá. Reimpreso en Comp. Est. Geol. Ofic. Colombia, vol. 1, pp. 97-167, Bogotá 1933.

SCHLAGINTWEIT, O.
(1911) Die Fauna des Vracon und Cenoman in Peru. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 33, pp. 43-135, 5 figs., 3 pls., Stuttgart.

SCHMIDT, W. E.
(1938) Fósiles paleozoicos de la Cordillera Oriental. — Estud. Geol. y Paleont. Cordill. Orient. Colombia, parte 2, pp. 1-6, 2 pls., Bogotá.

SCHUCHERT, CH.
(1935) Historical Geology of the Antillean-Caribbean Region. — 811 pp., 106 figs., 16 pls., John Willey & Son, New York y London.

SHOCKLEY, O.
(1960) Colombia. En E. W. CLARK, Petroleum Developments in South America and Caribbean Area in 1959. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., vol. 44, Nº 7, pp. 1022-1028, 2 pls.

SIEVERS, W.
(1888) Erläuterungen zur geognostischen Karte der Sierra Nevada de Santa Marta. — Zeitschr. Ges. f. Erdkunde zu Berlín, Nº 137, pls.

SIMPSON, G. G.
(1940) Review of the mammal-bearing Tertiary of South America. Amer. Phil. Soc. Proc., vol. 38, pp. 649-709, 4 figs.
(1943) Notes on mammal-bearing Tertiary of South America. — Amer. Phil. Soc. Proc., vol. 86, pp. 403-404.

SOLMS-LAUBACH, H. GRAF ZU & STEINMANN, G.
(1899) Das Auftreten und die Flora der rhätischen Kohlenschichten von La Ternera (Chile). — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 12, pp. 581-609, 2 pls., Stuttgart.

SOMMERMEIER, L.
(1913) Die Fauna des Aptien und Albien im nördlichen Peru. Teil I. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 36, pp. 370-412, 2 pls., Stuttgart.

STAINFORTH, R. M.
(1960) Current status of transatlantic Oligo-Miocene correlation by means of planctonic Foraminifera. — Revue de Micropaleont., vol. 2, Nº 4, pp. 175-180, París.

STEHLIN, H. G.
(1939) Ein Nager aus dem Miozän von Columbien. — Ecl. Geol. Helv., vol. 32, pp. 179-183.

STEINMANN, G.
(1906) Über Diluvium in Südamerika. — Monatsber. Deutsch. Geol. Ges., Jahrg. 1906, Nos. 8-10, pp. 1-16.
(1929) Geologie von Peru. — 448 pp., 271 figs., Heidelberg.

STILLE, H.
(1907) Geologische Studien im Gebiete des rio Magdalena. — Festschr. Adolf von Koenen, pp. 278-358, 8 figs., 1 pl.
(1940) Einführung in den Bau Amerikas. — 717 pp., figs., Bornträger Berlín.

STIRTON, R. A.
(1946 a) The first Lower Oligocene Vertebrate fauna from northern South America. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 7, pp. 325-340, 3 pls., Bogotá.
(1946 b) A rodent and a peccary from the Cenocoic of Colombia. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia. Vol. VII, pp. 317-324, 1 pl., Bogotá.
(1953) Vertebrate paleontology and continental stratigraphy in Colombia. — Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 64, Nº 6, pp. 603-622, 13 figs.

STIRTON, R. A. & SAVAGE, D. E.
(1951) A new monkey from the La Venta Miocene of Colombia. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 8, pp. 347-356, 7 pls., Bogotá.

STUTZER, O.
(1926 a) Über einige Ergebnisse meiner geologischen Reisen in Kolumbien. — Ber. Freiberger Geol. Ges., vol. 11, pp. 50-54.
(1926 b) Geologische Beobachtungen und Gedanken bei einer zweimaligen Durchquerung der kolumbianischen Mittel-Kordillere. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 56, pp. 135-151, 1 fig., 1 pl., Stuttgart.
(1927) Zur Geologie der Umgegend von Gachalá im Osten der Ost-Kordillere. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 57, p. 157, Stuttgart.
(1928) Zur Geologie der Goajira-Halbinsel. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband 59, pp. 304-326, fotos, 1 mapa, Stuttgart. Traducido en español en 1934, Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 2, pp. 211-243, 13 figs.
(1934) Acerca de algunos rastros de glaciación diluvial en la cordillera próxima a Bogotá. — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 2, pp. 7-15, 5 figs., Bogotá.

SUAREZ HOYOS, V.
(1945) Reconocimiento de la región del río Guavio, Gachalá (Cundinamarca). — Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, vol. 6, pp. 147-192, 2 pls., Bogotá.

TERMIER, H. & G.
(1952) Histoire Géologique de la Biosphère. — 721 pp., 6 tabls. 105 figs., 4 pls., Masson & Cie., París.

THENIUS, E.
(1959) Wirbeltierfaunen. — En F. LOTZE, Handbuch der Stratigraphischen Geologie, 3. Band, 2. Teil, 328 pp., 32 tabls., 12 figs., 10 pls., Enke Stuttgart.

THENIUS, E. & BÜRGL, H.
(1957) Los mamíferos suramericanos en perspectiva histórica. — Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact., Fís.-Quím. y Natur., vol. 10, Nº 39, pp. 123-130, 3 figs., Bogotá.

THOMPSON, M. L. & MILLER, A. K.
(1949) Permian Fusulinids and Cephalopods from the vicinity of the Maracaibo Basin in Northern South America. — Journ. Paleont., vol. 23, Nº 1, pp. 1-24, 8 pls., 1 fig.

TOLMACHOFF, I. P.
(1934) A miocene microfauna and flora from the Atrato River, Colombia. — Carnegie Mus., Ann., vol. 23, pp. 275-356, figs., Pittbourgh.

TORRES, J. A.
(1959) Mapa Geológico de la República de Colombia, plancha N8 "Neiva", 1:200.000. — Serv. Geol. Nal.

TRUMPY, D.
(1943) Pre-Cretaceous of Colombia. — Bull. Geol. Soc. America, vol. 54, pp. 1281-1304, 1 pl., 6 figs.

WALTHER, J.
(1924) Das Gesetz der Wüstenbildung. — 421 pp., 203 figs., Quelle & Mayer, Leipzig.

WEEKS, L. G.
(1947) Paleogeography of South America. — Bull. Amer. Ass. Petr. Geol., vol. 31, Nº 7, pp. 1194-1241, 17 figs.
(1959) Geologic architecture of circum-pacific. — Bull. Amer. Ass. Petr. Geol., vol. 43, Nº 2, pp. 350-380, 8 figs.

WEISBORD, N. E.
(1926) Venezuelan Devonian Fossils. — Bull. Amer. Paleont., vol. 11, Nº 46, pp. 220-272, 7 pls., Ithaca, N. Y.

WERENFELS, A.
(1926) A stratigraphical section through the Tertiary of Tuloviejo, Colombia. — Ecl. Geol. Helv., vol. 20, Nº 1, pp. 79-83, 2 figs., Basel.

WHEELER, O. C.
(1935) Tertiary stratigraphy of the Middle Magdalena Valley. — Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, vol. 87, pp. 21-39.

CONTENIDO

Página

Introducción .. 141

Precambriano .. 141

Cambriano y Ordoviciano .. 141
Rocas y series .. 141
Fauna .. 145
Paleogeografía .. 145
Movimientos tectónicos pre-devonianos .. 145

Devoniano
Generalidades .. 147
Rocas .. 147
Fauna .. 147
Movimientos tectónicos .. 148

Carboniano
Formaciones .. 150
Rocas .. 150
Fauna y flora .. 150

Permiano
Rocas y faunas .. 151
El límite Paleozoico-Mesozoico .. 151

Triásico y Liásico
a) Oriente Andino .. 152
Grupo de Payandé .. 152
Grupo de Girón .. 153
b) Occidente Andino
Generalidades .. 155
Grupo de Dagua .. 155
Grupo de Chita .. 155

Suprajurásico y Cretáceo
a) Occidente Andino .. 156
Grupo Porfirítico-Diabásico .. 156
a) Oriente Andino .. 157
Potencia del Cretáceo .. 157
Las transgresiones suprajurásicas y cretáceas .. 157
Sedimentación cíclica .. 158
Fósiles .. 163
Facies y formaciones .. 167
Plegamientos .. 168

Terciario
Areas de sedimentación .. 168
Sedimentación marina y continental .. 170
Fósiles y estratigrafía .. 170
Movimientos tectónicos .. 174
Magmatismo .. 174
Tipos de estructuras .. 176
Terremotos .. 179

Cuaternario
Fenómenos glaciales .. 179
El Lago de Bogotá .. 180
Abanicos y terrazas de ríos .. 180
Terrazas marinas .. 181
Restos orgánicos .. 181

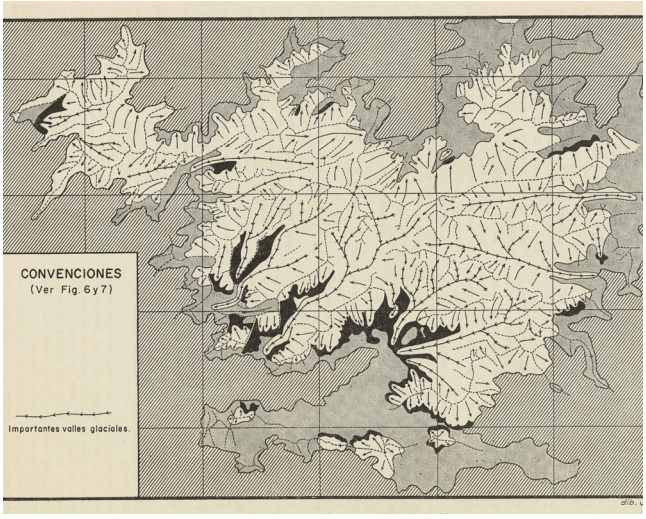
Bibliografía .. 183

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):450-466, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.582

Las glaciaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta

Henry Cornelius Raasveldt

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1957, (9): 469-482.



Extensión máxima del hielo durante el Gran Estado Mamancanaca

Henry Cornelius Raasveldt (1913-1984)

Nacido en Surabaya, Indonesia, fue un geólogo pionero en la práctica de la fotogeología en Colombia, que llegó al país en el año 1952 y quien con un equipo de geólogos de origen extranjero y nacional de variadas especialidades, convocado por el Servicio Geológico Nacional (SGNC), emprendiera un amplio estudio del territorio colombiano durante la segunda mitad del siglo XX.

Sus trabajos se enfocaron principalmente en la elaboración de extensos mapas fotogeológicos y geomorfológicos con especial énfasis en lagunas, humedales y glaciares.

Además de los estudios netamente geológicos, su trabajo se ocupó también de temas como los fundamentos de la visión estereoscópica y su utilidad en la fotointerpretación y de cómo esta última práctica hacía más accesible, económica y logísticamente, el estudio de amplias zonas del territorio nacional. También se preocupó por la unificación de los mapas producidos por el SGNC bajo un mismo sistema de coordenadas con origen en Bogotá. Raasveldt murió en Straubing, Alemania en 1984.

La Sierra Nevada de Santa Marta es una de las montañas más interesantes del planeta tanto por su historia geológica como por su biota. A pesar del gran interés que suscita, es aún muy poco lo que conocemos de ella. Por ejemplo, cuándo alcanzó su elevación actual es aún un gran misterio. Otro de las grandes preguntas a resolver es la historia de sus glaciares, especialmente ahora que están desapareciendo y algunos predicen que dejarán de existir para fines de siglo, lo cual podría traer grandes transformaciones a la dinámica hídrica de todo el nororiente de Colombia.

El artículo publicado por Raasveldt presenta una investigación pionera en la historia geológica de la Sierra Nevada y hoy en día, es aún un artículo de consulta obligatoria para cualquiera que pretenda estudiarla.

Raasveldt presenta el primer mapa que detalla las glaciaciones en la región usando la primera serie de fotografías aéreas de la Sierra tomadas por el Instituto Agustín Codazzi en la década de los 50. Era tal el desconocimiento de la topografía de la Sierra que Raasveldt tuvo que bautizar una gran cantidad de picos y cierros que se observaba en las fotos pero que aún no tenían nombres (ej Pico Tairona, Cerro Acosta). Raasveldt detalla las diferentes características glaciales que encuentra, y no se limita a describirlos, sino que propone hipótesis sobre su formación. El artículo finaliza postulando que existieron tres estados de glaciación que en su máxima extensión pudieron haber ocupado un ~20% del área total de la Sierra. Les recomiendo leer detenidamente este artículo el cual es un ejemplo de ciencia de alta calidad y demuestra como el conocimiento básico es esencial para el desarrollo de cualquier sociedad.

Carlos Jaramillo, Ph.D.
Miembro Correspondiente

Sebastián Gomez
Estudiante de pregrado Geología

LAS GLACIACIONES DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA

H. C. RAASVELDT

I. *Introducción.*

Varios pioneros de la geología de este país han publicado datos sobre los fenómenos de glaciación, como por ejemplo sobre morrenas, valles glaciales y bloques erráticos, observados a niveles mucho más bajos que las altitudes en que se encuentran actualmente la neviza y el hielo. Aunque no se sabe todavía con seguridad si en el territorio colombiano se presentaron los mismos períodos de intensa glaciación como los que se conocen ya bastante bien en el viejo mundo europeo o en el nuevo continente norte-americano, el material observado fue lo suficientemente claro para concluir que las glaciaciones colombianas fueron más extendidas de lo que se estaba inclinando a suponer con respecto a un país que, por su posición geográfica, es tropical.

Las antiguas glaciaciones de estas latitudes han sido presentadas muy sumariamente en las publicaciones conocidas y ningún geólogo o glaciólogo ha dado a conocer la intensidad y la extensión de los fenómenos de manera objetiva en un mapa glaciológico. Víctor Oppenheim quien estudió más en particular las glaciaciones de la Cordillera Oriental pudo distinguir varios períodos o estados de glaciación y presentó un croquis con algunas curvas de nivel que no caracterizan estos estados sino muy esquemáticamente, y así ya nos dio una idea, aunque muy superficial de los fenómenos.

Su croquis, sin embargo, no es un mapa glaciológico. La razón por la cual no se publicaron mapas mejores, que señalen la distribución de vestigios glaciales, es bastante obvia: no existían cartas básicas que representaran los accidentes topográficos con suficiente fidelidad para poder localizar las observaciones terrestres. La confección de un mapa glaciológico por levantamiento terrestre es un asunto demasiado dispendioso en tiempo y dinero para justificar su ejecución.

A esto se puede añadir que son escasos los centros habitados en las regiones altas del país o están industrialmente tan poco desarrollados que sus requerimientos en recursos naturales no son importantes, como para que se incluyan los depósitos glaciales en la zona de interés económico, caso que sí ocurrió, por ejemplo, en ciertas zonas de los Estados Unidos.

En tales condiciones, el estudio glaciológico en Colombia tiene todavía un carácter puramente científico y esto explica que los fenómenos glaciales hayan sido enfocados muy pocas veces. La intensa actividad, que a instigación del Instituto Geográfico de Colombia "Agustín Codazzi", se está desarrollando para fotografiar la topografía del país desde el aire, ha abierto vastas perspectivas para la confección de cartas sobre fenómenos geológicos, con más eficacia y con mucho menor costo de lo que se puede obtener mediante mediciones a ras de la tierra.

Uno de los grandes complejos montañosos aerofotografiados casi íntegramente es la Sierra Nevada de Santa Marta. Para nosotros, que estamos encargados de definir las condiciones geológicas del país a base de las fotografías aéreas, no fue grande el esfuerzo adicional que se requirió para complementar el estudio rutinario y separar los fenómenos glaciales, hasta obtener un mapa específicamente glaciológico. En efecto gasté unos tres días, para alistar el borrador del mapa glaciológico presentado aquí. A continuación utilicé las noches de varias semanas para completarlo y para preparar el texto y atender a varios otros aspectos hasta terminar el presente estudio.

El estudio de los vestigios glaciales antiguos, testigos de una extensión del hielo mucho mayor que la actual, tiene un atractivo especial que distingue tal estudio de las investigaciones precuaternarias. Este interés tal vez lo suscita el hecho de que el hombre ya había aparecido en varias regiones de la superficie terrestre y porque sabemos que en estas partes su vida estaba íntimamente conectada con un ambiente de hielos y nevizas. Además, el evocar en la mente los casquetes de hielo que cubrían inmensas áreas de un país situado en el cinturón tropical de la tierra, como es el caso de Colombia, no puede sino llenar la imaginación con paisajes grandiosos, despertar la curiosidad científica, e instigar la investigación.

Para iniciar un estudio glaciológico más detenido, la Sierra Nevada de Santa Marta ofrece dos ventajas que no se encuentran en otras regiones y que son las siguientes:

1. La Sierra Nevada, separada de las otras cordilleras por bajos planos aluviales, forma en sí misma una unidad orográfica, y la región de glaciaciones, que tiene sus límites naturales, no es muy vasta. Esto es un factor favorable para iniciar un primer mapa glaciológico.

2. La cresta nevada de la Sierra presenta una buena base para correlacionar las distintas glaciaciones, porque las podemos enumerar de arriba hacia abajo contando desde la actual hacia atrás en el tiempo. También esto es una gran ventaja, porque muy poco se sabe actualmente de las glaciaciones del país, es decir, ni de sus dimensiones,

diseminación y de su periodicidad, ni de la morfología de los restos glaciales.

Después de haber terminado el mapa incluí toda la nomenclatura conocida de la región. Para esto consulté el excelente mapa hecho por la expedición Cabot y publicado por el Instituto Geográfico con sede en Nueva York.

Este es el único mapa fidedigno que sirve para tales fines. Los demás existentes son tan generalizados que no tienen nada en común con las condiciones topográficas verdaderas. Para evitar el empleo de nombres que no corresponden a la realidad, decidí no utilizar tales mapas defectuosos. Toda la nomenclatura, como también las altitudes de todos los picos y cerros que se encuentran en el mapa de Cabot, fueron incorporadas en el presente mapa glaciológico. Otra importante fuente para completar la nomenclatura la encontré en el alpinista Erwin Kraus quien visitó la Sierra Nevada varias veces. Es probablemente el mejor conocedor de esta región, actualmente presente en el país, así que le fue posible completar el mapa con los siguientes nombres: los ríos Donachuí (d 6) [1], Tambor (d 6), Guatapurí (c 6), San Miguel (a 6), Cuturataca (e 4), Aduriameina (e 4), Mamancanaca (d 3, d 4), Cataca (c 4), Palomino (a 4), Aracataca (d 2), y Tucurinca (c 2); los caseríos o grupos de chozas: Donachuí (d 6), Sogrome (d 6), Secaracungüe (c 6), Kancuruaca (c6), Meollaca (c 6), el paso de Bellavista (d 4) y los lagos del Mamo y Naboba (c 4).

Algunos errores del Mapa Cabot fueron corregidos, como, por ejemplo, la posición del río Guatapurí. Según E. Kraus, el río Aduriameina es afluente del río Mamancanaca. Donde éste se une con el río Cataca, que drena los grandes lagos, empieza a formarse el río Aracataca que entra por fin en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Aún con las notables adiciones de E. Kraus la nomenclatura es todavía demasiado esparcida, lo que dificulta apreciablemente la descripción del contenido del mapa por falta de puntos de referencia geográfica. Por esta razón me permití aplicar provisionalmente a varios picos y cerros los nombres de científicos y alpinistas, también de funcionarios del Instituto Geográfico de Colombia, los cuales en muchas ocasiones me prestaron su generosa cooperación. Estos nombres, que se han puesto con letras inclinadas en el mapa, se encuentran reunidos en la siguiente lista:

Cerro Hettner (a2) por Alfred Hettner, uno de los pioneros de la geología en Colombia, quien contribuyó al conocimiento de la Sierra Nevada.

Cerro Garavito (b2), por Julio Garavito, científico de renombre en cartografía, magnetismo terrestre y meteorología.

Cerro Darío Rozo (b2), por el ingeniero Darío Rozo M., muy conocido por sus estudios geográficos.

Cerro Gansser (a3), por August Gansser, el conocido geólogo suizo, quien tenía una grande pasión por la Sierra Nevada y audazmente la escaló solo.

Nevado Parra Lleras (b3), por Ernesto Parra Lleras, jefe de la Sección de Aerofotogrametría, a quien se suele llamar "el alma del Instituto Geográfico".

Pico Menders (b3), por Federico Guillermo Mendershausen, del Instituto Geográfico, fundador de la aerofotogrametría en Colombia a quien sus colaboradores, con un criterio práctico y a la vez con cariño, apodan "Menders".

Pico Ruiz Erazo (b3), por José Ignacio Ruiz Erazo, el estimado ingeniero y querido Director del Instituto Geográfico.

Cerro Karsten (c3), por Hermann Karsten, otro pionero alemán en la geología de Colombia, cuando la República todavía se llamaba Nueva Granada.

Cerro Marmillod (c3), por F. Marmillod, conocido alpinista que escaló también la Sierra Nevada de Santa Marta, acompañado de su esposa.

Cerro Arias (d3), por Hernán Arias, empleado de la Sección de Aerofotogrametría, quien parece conocer todas las 120.000 fotografías del Instituto Geográfico.

Cerro Acosta (d3), por Joaquín Acosta, destacado geógrafo quien hace más de un siglo efectuó una contribución a la geología de la Sierra Nevada, llamada por él Sierra Tairona.

Pico Ruiz Wilches (b4), por Belisario Ruiz Wilches, el Néstor de los científicos colombianos.

Pico Vespucio (c4), por Américo Vespucio, quien no debe estar lejos de Cristóbal Colón (en b4 abreviado C. C.), y quien ha entrado de nuevo en la actualidad por la elogiada biografía de Germán Arciniegas.

Pico Tairona (c4), por la extinguida nación indígena de los Taironas, cuyo nombre se ha usado para designar la Sierra Nevada de Santa Marta (ver Acosta y E. Hubach en la bibliografía).

Cerro Pérez Arbeláez (d4), por el R. P. Enrique Pérez Arbeláez, el conocido fisiógrafo-botánico cuyas importantes publicaciones constituyen una lectura agradable por la claridad y el espíritu crítico y a veces humorístico en que están escritas.

Cerro Kraus (d4), por Erwin Kraus, el joyero, quien además se destaca con "hobbies" muy cultivados como el alpinismo y la fotografía (ver figuras 9-19), probablemente el mejor conocedor de la Sierra Nevada.

1 La letra y la cifra indican el cuadrado de la cuadrícula de 10 en 10 kilómetros donde se encuentra el detalle en el mapa glaciológico: ver los márgenes del mapa.

Cerro Stutzer (e4), por Otto Stutzer, el geólogo alemán cuyos numerosos estudios son fundamentales para el país y quien reconoció los vestigios glaciológicos de la Cordillera Oriental.

Cerro Grosse (e4), por el destacado geólogo alemán Emil Grosse, cuyos estudios y detallados mapas de la región carbonífera de Antioquia son ejemplares.

Cerro Guhl (a5), por Ernesto Guhl, actualmente jefe del Depto. Técnico de la Seguridad Social Campesina, el geógrafo que se erigió un monumento con su estudio sobre el Departamento de Caldas, además conocedor y autor de un artículo sobre la Sierra Nevada.

Cerro Grière (b5), por Raymond Grière, "ataché" de la legación francesa, entusiasta alpinista, quien publicó un interesante artículo sobre la historia de las conocidas ascenciones a la Sierra Nevada.

Pico Tulio Ospina (b5), por Tulio Ospina Vásquez, fundador y primer rector de la Escuela de Minas de Medellín, cuyos conceptos geológicos han sido muy apreciados.

Pico Codazzi (c5), por el destacado geógrafo Agustín Codazzi, cuyo nombre se confirió a una población y a un importante instituto.

Nevado Ramírez (c5), por el R. P. Jesús Emilio Ramírez, S. J., el geofísico con un extraordinario "pushing power", máximo promotor de los estudios telúricos en Colombia.

Cerro Laverde (c5), por el coronel Luis Laverde G., subdirector del Instituto Geográfico, quien encabeza la avanzada militar que explora exitosamente el terreno de la fotogrametría.

Cerro Reclus (d5), por Jean Jacques Elisée Reclus (1830-1905), el renombrado geógrafo francés, autor de la extensa obra "Geógraphie Universelle" quien visitó la Sierra Nevada y trató de establecer una colonia agrícola en sus flancos.

Cerro Mora (d5), por Marcos Mora Chacón, jefe de la Sección de Geodesia del Instituto Geográfico, cuya labor es base esencial para la cartografía del país.

Cerro Cabot (d5), por Thomas D. Cabot, quien encabezó una expedición que por vías aéreas y terrestres produjo el primer mapa fotogramétrico de una gran parte de la Sierra Nevada.

Cerro Arjona (d5), por Belisario Arjona E., jefe de la Sección de Recopilación del Instituto Geográfico, quien elaboró el sistema de proyección actualmnte en uso para las planchas topográficas de Colombia.

Cerro Cuenet (e5), por el topógrafo-geodesta suizo G. H. Cuenet, apasionado alpinista que escaló varios picos de la Sierra Nevada.

Cero Valencia (b6), por Luis Felipe Valencia Lozano.

Cuchilla Rodríguez (c6), por Jorge Noel Rodríguez. Los dos últimos son fotogrametristas del Instituto Gográfico, quienes con expertas manos y pies "manejan" complicadísimos instrumentos y en un minúsculo globito dirigible viajan por todo el país, produciendo así las hermosas cartas topográficas.

Cerro Royo y Gómez (d6), por el activo geólogo-paleontólogo español José Royo y Gómez, quien vinculó definitivamente su nombre con la investigación geológica de este país.

El presente mapa glaciológico fue construído con base en cartones ranurados (slotted templet layout) armados sobre los puntos geodésicos disponibles en los flancos occidental y meridional de la Sierra Nevada. No existía ningún fidedigno control terrestre en el flanco septentrional y además había una faja de terreno no fotografiado inmediatamente al borde oriental del mapa. En estas condiciones el mapa no puede ser preciso y la posición de los detalles debe ser muy aproximada. El método de los cartones ranurados, por lo demás, no presenta los mejores resultados en un terreno que tan bruscamente se eleva desde el nivel del mar hasta a más de 5.700 mts. Las coordenadas expresadas en kilómetros, que se encuentran en los márgenes del mapa, corresponden a las planas del Instituto Geográfico con base de $X = 1.000$ km, y $Y = 1.000$ km para Bogotá.

II. *Localización y delimitación del área con vestigios de glaciaciones.*

La Sierra Nevada de Santa Marta es, a grandes rasgos, un gigantesco tetraedro que se compone casi completamente de rocas precretáceas. El Cretáceo sólo aflora en dos esquinas de su base triangular: en la punta nordeste y en la del sur (fig. 1) [2]. Por lo demás, está rodeada del Cuaternario mientras que la punta nor-occidental la baña el Mar Caribe. Una estrecha divisoria formada de sedimentos cretáceos conecta la esquina nordeste del triángulo con los Montes de Oca, un ramal de la Serranía de Perijá situado en el límite colombo-venezolano. Esta divisoria es el confín NE de la cuenca del río Cesar. El extremo septentrional de esta cuenca, por un extraño capricho de la naturaleza, lo desagua el río Ranchería que se abre paso hacia el norte por un estrecho cañón cortado por él en las calizas cretáceas. Sobre los dos afloramientos mencionados del Cretáceo reposa el Terciario que lleva varios mantos de carbón en la parte superior de la cuenca del Cesar donde se encuentran las minas del Cerrejón.

2 En la figura 1 no hemos tomado en cuenta algunos afloramientos del Cretáceo al norte del Macizo de Santa Marta. Estos afloramientos no son autóctonos y deben conectarse con desplazamientos horizontales a lo largo de fallas de rumbo secundarias y paralelas a la importante falla de Oca. Ver también nota 3.

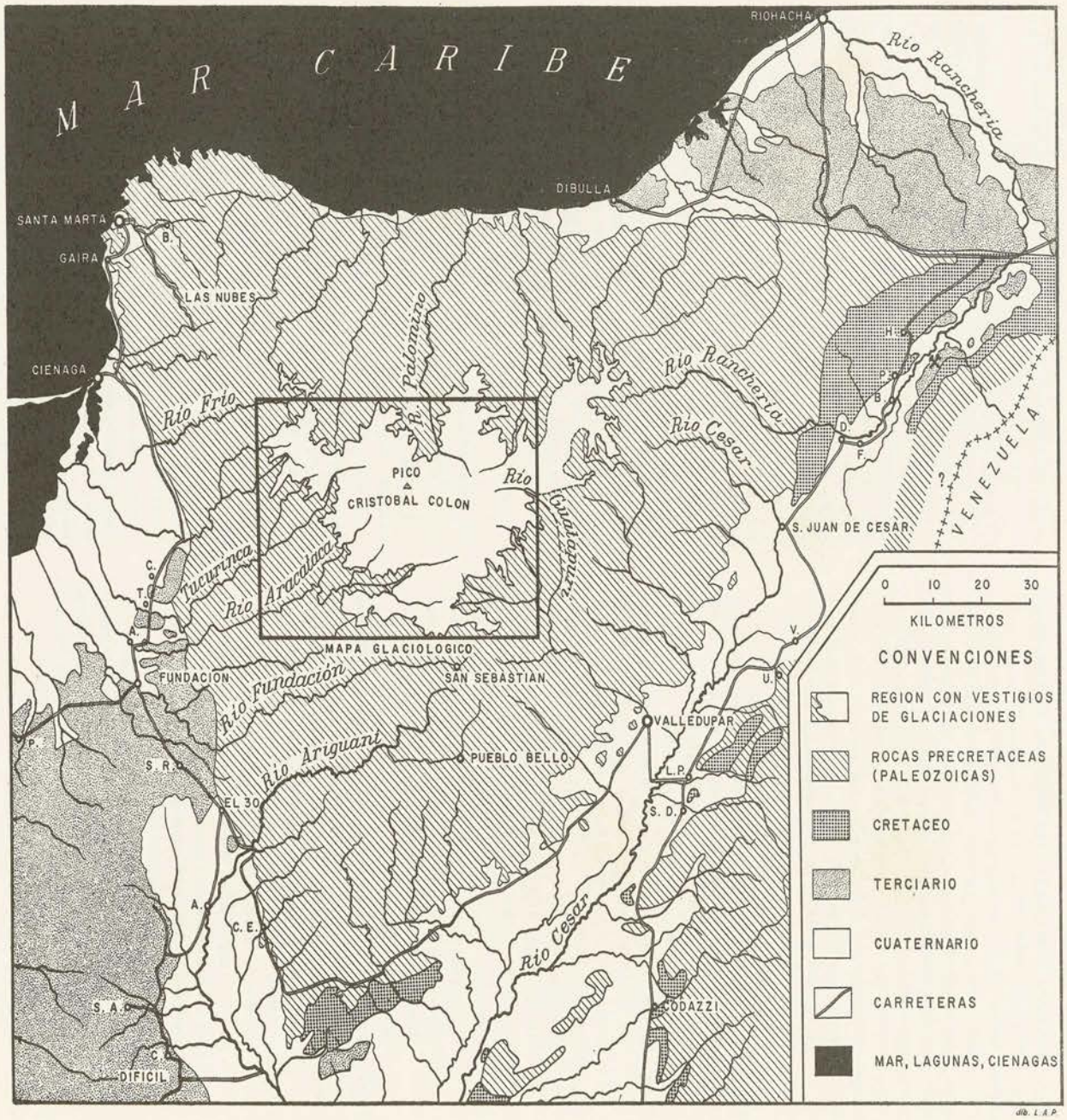


Fig. 1.—Situación del Mapa Glaciológico en el Macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta.

El Terciario que aflora a lo largo del costado septentrional del triángulo base da origen a un terreno ligeramente accidentado; pero hacia el nordeste la formación desaparece debajo del gran plano aluvial cuaternario que principia cerca de Riohacha y se extiende hasta la península de La Guajira y la costa venezolana.

En el costado occidental del triángulo, inmediatamente al E y SE de Fundación, se encuentran unos afloramientos del Terciario de reducida extensión. Todos estos terrenos terciarios son bajos y sobresalen sólo varias decenas de metros de los planos aluviales que completan la delimitación de la base triangular de la Sierra Nevada. Estos planos corresponden a los ríos Cesar y Ariguaní en el sureste, y suroeste, con una llanura al NW de Fundación que se extiende hasta la vasta laguna conocida bajo el nombre de Ciénaga Grande de Santa Marta.

De ahí se infiere que la Siera Nevada de Santa Marta es una unidad orográfica independiente, circunstancia especialmente notable porque a base de afinidades litológicas y petrográficas se le considera generalmente como continuación de la Cordillera Central. Expliqué recientemente esta peculiaridad mediante la hipótesis de la "Gran Falla" a lo largo de la cual el macizo de Santa Marta se ha desplazado horizontalmente más de 120 kilómetros hacia el norte [3]. Adicionalmente el macizo debe haberse levantado varios miles de metros a lo largo de la misma falla.

La Sierra Nevada de Santa Marta es pues, una unidad orográfica muy especial y su abrupta elevación a una altura de más de 5.700 metros sobre una distancia horizontal del mar de apenas 48 kilómetros es única en el mundo.

Es obvio que en estas condiciones debe presentarse una erosión extremadamente fuerte y ello es la causa de haberse preservado sólo una pequeña parte de las antiguas glaciaciones pleistocenas (cuaternarias). Este hecho lo demuestra claramente el adjunto mapa glaciológico en el cual la línea roja indica hasta qué altura ha progresado la erosión. Está bien destacada la condición de cómo varias formas glaciológicas terminan abruptamente en esta línea, por ejemplo la topografía glacial del flanco S y SW del Cerro Arias (d3), la de la vertiente meridional de los cerros Stutzer y Grosse (e4), como también la de los cerros Arjona, Mora (d5), Royo y Gómez (d6), hacia el SE.

La mencionada línea es solamente un símbolo esquemático; en realidad se trata de una zona de transición, más o menos vaga, en la cual la labor destructora de la erosión disminuye gradualmente hacia arriba. Esta zona no se encuentra siempre a la misma altura y puede fluctuar entre los 2.800 y 3.300 metros. En algunas partes, ella es bastante estrecha y por lo tanto está bien definida. En otros lugares es ancha y en estos casos no hay criterios claros para trazar la línea de una manera precisa.

La línea de erosión está indicada en la figura 1 en relación con el marco del mapa glaciológico. El lector podrá observar que el mapa no abarca toda la zona con vestigios de glaciaciones, pero sí el sector más importante.

III. *Los glaciares actuales.*

Los glaciares actuales se concentran alrededor de las crestas más altas que pueden subdividirse en las siguientes unidades.

1. El Nevado Parra Lleras con dos glaciares en el flanco septentrional y nevizas no perennes en la vertiente meridional.
2. Las crestas nevadas entre los Picos Menders-Ruiz Wilches.
3. El gran complejo de nevados con los picos Ruiz-Erazo, Simons, S. Bolívar, Cristóbal Colón y A. Vespucio. Los dos picos C. Colón y S. Bolívar son los más altos de la Sierra Nevada de Santa Marta, ambos con 5.775 metros de altura según el mapa de Cabot.
4. El complejo gemelo que se compone de dos sierras: la de los picos Ojeda-Codazzi-Tulio Ospina y la otra con los picos La Reina y Nevado Ramírez.
5. La sierra nevada con los picos Tairona-El Guardián.

Los glaciares miden rara vez más de dos kilómetros de largo. Predominan los tipos glaciares de pendientes, casquetes de hielo inclinados, que están situados en una sola vertiente del nevado, separados de las otras por crestas divisorias puntiagudas. A veces terminan en lenguas glaciales no muy desarrolladas, pero no se presentan glaciares de valle. Para que tales tipos de glaciares puedan formarse, es necesaria la presencia de masas de hielo mucho más grandes: Las terminaciones de los glaciares o de las lenguas no avanzan por lo general abajo de los 4.700 metros; en un caso, una lengua más larga que las otras llega a casi 4.500 metros.

Muchos glaciares están atravesados por numerosas rupturas perpendiculares a la dirección de la corriente de hielo. Esto indica un estiramiento de los glaciares en la dirección del hilo de la corriente del hielo, fenómeno que sugiere que está disminuyendo la caída de nieve. Por consiguiente no habrá suficiente aporte de neviza y hielo en la parte superior de los glaciares para compensar por completo el material que desciende por la gravedad a lo largo de las fuertes pendientes. Por lo tanto es probable, juzgando sólo a base de la morfología de los glaciares mismos, que ellos estén retrocediendo. Hay indicios, explicados a continuación, de que el retroceso se ha iniciado ya hace algún tiempo.

3 "Fallas de rumbo en el Nordeste de Colombia". Revista del Petróleo Nº 64, mayo 1956.

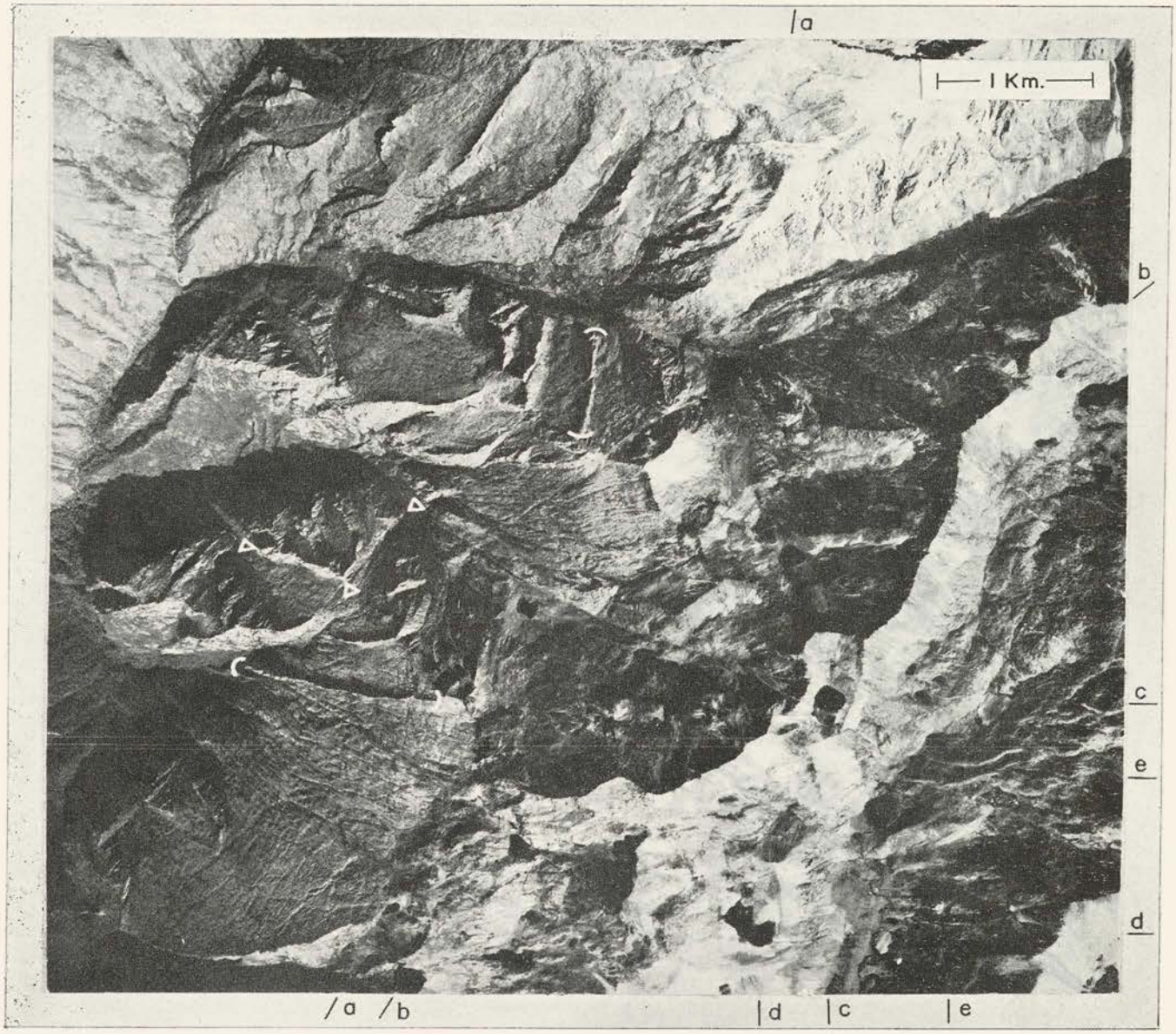


Fig. 2.—La región al ceste de las flechas *a-a* muestra una topografía de planos cepillados por la acción erosiva de los casquetes de hielo que antiguamente cubrían la región. En esta área el movimiento del hielo fue en general de ESE a WNW. La zona entre a-a y b-b ya representa la transición entre la topografía de planos cepillados y la de las ollas glaciales, tipo de erosión que domina completamente en la zona al este de b-b. Los depósitos glaciales aumentan desde a-a hacia el este mientras que la roca al oeste de a-a está desnuda y desprovista de cantidades apreciables de material glacial. En la última zona son conspícuas las numerosas costillas (en la foto, dos de éllas entre paréntesis blancos) que subdividían el antiguo casquete glacial en muchas unidades. Grupos de varias costillas pueden formar una unidad triangular más grande (entre los 3 triángulos en la foto).

Los laguitos al este de a-a están generalmente formados por la acción del bloqueo que efectúan las pequeñas morrenas frontales, como por ejemplo los laguitos c-c y d-d. Dos morrenas son bien visibles en la intersección de las flechas e-e. A la derecha de b-b el hielo bajó del NNE al SSW.

Es una fotografía aérea vertical del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, como lo son también las figuras 3 y 5.



Fig. 3.—Ejemplo de un paisaje dominado por la presencia de ollas glaciales excavadas por el hielo que cubría la región durante estados pre-bolivarianos. Después de retirarse el hielo, se llenaron de agua las ollas glaciales y resultaron los lagos glaciales, el más grande de los cuales es el Lago Naboba, en el centro, y el Lago del Mamo que apenas entra en la fotografía en el margen superior (a). Los glaciares b, c y d descienden respectivamente del Pico Santander, de la cuchilla al este de los Picos Bolívar-Colón y de los nevados Guardián-Tairona (compárese la fotografía con el mapa glaciológico).

IV. *Las morrenas modernas.*

Alrededor de los glaciares actuales, pero en general separada de ellos, se encuentra una zona de morrenas. Ellas forman un sistema de guirnaldas cuyas partes, cóncavas hacia arriba, indican un mayor avance del hielo en estos sitios. A veces se doblan las guirnaldas en forma de U lo que indica que una lengua glacial genuina las formó. En ciertos casos se nota una sola morrena individual, pero en general se presentan varias, una tras otra, que corresponden a varias posiciones sucesivas del hielo. Se trata especialmente de morrenas terminales: frontales y laterales. Aunque en los lados cóncavos de las morrenas, es decir en el lado que mira hacia el hielo, hay morrenas de fondo de menor extensión, la zona entre el límite actual de hielos y las morrenas están desprovistas de apreciables depósitos glaciales. Parece entoces que el retroceso de los glaciares fue bastante rápido. La zona en cuestión, entre las morrenas y los actuales glaciares, está conspícuamente desnuda, y en ella la vegetación escasamente se ha arraigado. Zonas semejantes son conocidas y las he observado en los Alpes, donde se las conecta con el retiro del hielo desde un cierto máximo de extensión hasta la posición actual. El máximo más notorio en los Alpes fue el del año 1850 y la zona de escasa vegetación que rodea los glaciares tiene un límite exterior, a cierta distancia del hielo, que se llama "línea de 1850". El conocido profesor austríaco R. von Klebelsberg menciona en su manual "Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie" tres máximos en el tiempo histórico: los de los años 1600, 1820 y 1850. Hay además, indicios de que antes de 1600, los glaciares estaban bastantes más retirados que hoy en día (antiguas minas de oro debajo de los actuales glaciares). Durante los mencionados máximos de glaciación, los glaciares de valle, o lenguas glaciales, estaban en los Alpes, varios kilómetros más abajo que hoy día, alcanzando una diferencia vertical de 100 a 200 metros con referencia al nivel actual de los glaciares, según von Klebelsberg. Esto es comparable con las circunstancias en la Sierra Nevada de Santa Marta, especialmente si tomamos en consideración el tipo de los glaciares de que se trata aquí La distancia entre el hielo actual y las morrenas más elevadas es en general menor de 500 metros [4] cuando las guirnaldas no son extremadamente cóncavas, pero se puede aumentar considerablemente, a más de un kilómetro, en los sitios de pronunciadas lenguas glaciales. Considero entonces que el primer grupo de morrenas terminales alrededor de los actuales glaciares, o parte de ellas, es reciente o sea del tiempo histórico. Como están agrupados particualrmente alrededor de las sierras cuya cima dominante es el Pico Simón Bolívar, me referiré a estas morrenas en conjunto como morrenas del Estado Bolivariano. De esta manera obtenemos un nombre provisional para indicar un grupo de morrenas contiguas, nombre general que nos servirá hasta que podamos diferenciar y establecer mejor la cronología de las unidades de que se compone este grupo.

4 En proyección horizontal.

V. *Vestigios de glaciaciones prebolivarianas.*

Al lado de la glaciación histórica, la región de la Sierra Nevada de Santa Marta ofrece además claros vestigios de glaciaciones anteriores a las del estado bolivariano.

Esto se manifiesta en particular por la labor del hielo como modelador del paisaje, a saber: la erosión que se caracteriza por formarse planos cepillados, ollas glaciales, lagos glaciales y la acumulación glacial que origina varias clases de morrenas.

Planos cepillados.

La erosión producida en la Sierra Nevada por los glaciares puede conducir a dos tipos de topografía bien distintos entre sí, la topografía de los planos cepillados y la de las ollas glaciales. En el primer tipo se forman superficies planas e inclinadas que resultan a causa del descenso de los glaciares por las pendientes. El tamaño de los planos cepillados puede variar de unos cien metros hasta varios kilómetros de ancho y de largo. No fueron casquetes de hielo *continuos* que los formaron sino corrientes de hielo divididas en varias unidades cada cual con su propia pendiente, propio aporte de hielo y propia velocidad. En estas condiciones es obvio que el hielo en el límite de dos unidades glaciales tenga menos poder erosivo que en la parte central de la unidad en movimiento y en consecuencia se desarrollaron paredes divisorias entre las diferentes partes de un casquete de hielo. Estas se presentan después de retirarse los glaciares como *"costillas"* en el terreno, (fig. 14), a veces delgadas con los flancos paralelos, a veces en forma de cuña con los flancos divergentes hacia abajo. Las últimas se forman cuando la topografía tiende a divergir las corrientes de hielo (ver fig. 2).

Los planos cepillados más importantes llevan su símbolo en el mapa glaciológico. Las líneas rojas indican la dirección del movimiento de los hielos.

En el complejo orográfico que se extiende alrededor de los Cerros Hettner (a2), Garavito (b2) y Darío Rozo (b2), los planos cepillados tienen extensiones menores. Los planos más típicos y más grandes se encuentran en una faja del flanco septentrional de los presentes nevados: desde el Cerro Darío Rozo (b2) se extienden al norte del Nevado Parra Lleras, con una prolongación hacia el norte en el cerro Gansser (a3); luego dan una vuelta alrededor de los picos Ruiz Wilches y Cristóbal Colón (b4) para continuar en dirección oriental hasta más allá del Cerro Valencia (b6). Además están bien representados en las vertientes de los cerros Guhl (a5) y Grière (b5). También son característicos alrededor del Nevado Ramírez (c5) y en las vertientes al oeste de una línea Nevado Parra Lleras-Cerro Karsten (c3). Al con-

trario, no están bien formados y pasan gradualmente a la topografía de ollas glaciales al sur de los nevados, al norte del Cerro Arias (d3), al sur-oeste del Cerro Pérez Arbeláez (d3-4) y en las cuchillas entre el último y el Pico Tairona.

Ollas glaciales, circos y cols.

El segundo tipo de erosión glacial forma un gran número de concavidades en la *roca firme* que llamaremos "ollas glaciales" [5].

Las ollas más grandes y alargadas pueden tener varios kilómetros de largo y un kilómetro de ancho. En general tienen un diámetro de 500 metros a un kilómetro. Se forman por la labor excavadora de las corrientes de hielo y no deben confundirse con los circos glaciales. Los últimos son unidades más grandes, también medio cóncavas, pero rodeadas por crestas puntiagudas que separan un circo de otro. Estas crestas eran en gran parte desnudas, es decir no cubiertas por el hielo, y la forma angulosa es el resultado de la erosión (por descascaramiento) a causa de las fuertes diferencias de temperatura entre el día y la noche (fig. 15). La localización de los circos puede deducirse a base de las cuchillas divisorias que están indicadas en el mapa. En algunos circos importantes puede observarse el fenómeno de que la erosión del hielo y neviza acumulados en ellos ha avanzado en tal manera hacia arriba, que la cresta divisioria entre dos circos desapareció localmente. Se formó en estas partes una depresión en la cresta, o paso, que se suele llamar *"col"*. Los dos "cols" más importantes los hay entre los circos superiores de las cuencas de los ríos Cataca-Donachuí, y entre los de los ríos Cataca-Guatapurí. El último col que se extiende (perpendicularmente) entre la cresta del Pico Ojeda por un lado y la del Pico Reina por otro lado, está todavía cubierto por hielo y neviza.

Las ollas glaciales se formaron en la región antiguamente cubierta de los hielos y pueden hallarse varias de ellas en un solo circo. Se presentan en los circos, en las vertientes de cuchillas divisorias, pero especialmente en los antiguos valles de glaciares, donde siguen en rápida sucesión, la una tras la otra. La parte posterior, valle arriba, la forma generalmente una pared bastante más inclinada que el perfil longitudinal del valle. El fondo de la olla glacial, desde el pie de la mencionada pared posterior, puede inclinarse ligeramente hacia abajo, ser horizontal o inclinarse hacia las cabeceras del valle. En el último caso tiene un *zócalo* de roca firme en la parte anterior de la olla, que se llenará de agua y dará origen a un tipo especial de lago glacial. En los primeros dos casos el valle muestra un perfil de peldaños.

El paisaje más típico lo forman las ollas glaciales con zócalos, por llenarse éllas de agua (fig. 3).

La razón de formarse en un área una topografía de planos cepillados y en otra una de ollas glaciales consiste, a mi parecer, en el carácter de las rocas que afloran. Si ellas son homogéneas, por ejemplo granitos, eventualmente neisificados, entonces resulta una topografía de planos cepillados. Rocas heterogéneas, como por ejemplo alternaciones de neises compactos con esquistos más blandos, son los terrenos adecuados para la formación de las ollas. La acción excavadora del hielo será especialmente efectiva en aquellas zonas que están fuertemente plegadas, falladas o fracturadas, como lo muestra esquemáticamente la fig. 4.

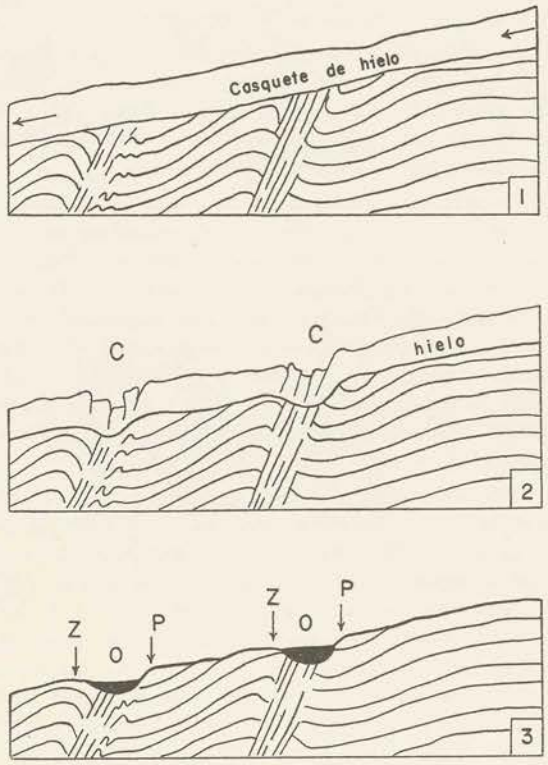


Fig. 4.—Diagramas para explicar la formación de las ollas glaciales.
C=Cascada de hielo, O=Olla glacial, P=Pared empinada, Z=Zócalo.

El mapa glaciológico indica las ollas glaciales con un símbolo morfológico especial en forma de herradura.

Lagos glaciales.

La región con vestigios de glaciación todavía no destruídos por la erosión cuenta con bastantes lagos y laguitos glaciales. Los más grandes son el Lago Naboba, el Lago del Mamo y el lago grande y alongado al norte del C. Pérez Arbeláez. Un gran número de ellos se formó por llenarse de agua las ollas glaciales. En este caso pueden tener un zócalo de roca fija o puede haberse cubierto el zócalo localmente con

5 Por analogía con las "marmitas glaciales". Las marmitas (en inglés kettles) se forman en las morrenas donde bloques de hielo enterrados en el depósito glacial al derretirse dejan depresiones. Ver R. F. Flint: "Glacial Geology and the Pleistocene Epoch", Wiley and Sons, New York, IV ed., 1953, fig. 41, p. 149, y también A. Holmes: "Geología Física", traducción de Rafael Candel y Joaquina de Candel, Barcelona, 1952, pp. 228 y 229.

material de morrena. Los lagos de este último tipo no están completamente rodeados de roca firme. Otros lagos se originaron en los valles por la acción bloqueadora de las morrenas terminales de antiguos glaciares.

El grupo de morrenas prebolivarianas, o sea el Estado Mamancanaca.

Bastante más abajo de las morrenas bolivarianas se encuentra otro complejo de morrenas, una tras otra, zona mucho más amplia que la bolivariana. Debido a que comprende niveles más bajos, esta etapa de glaciación se extiende sobre una región mucho más vasta. Forma guirnaldas alrededor de las unidades orográficas más importantes, y en los valles se presentan morrenas bien desarrolladas en forma de lengua que indican que antes había suficientes circos llenos de abundante neviza que abastecían los glaciares de valle.

Importantes acumulaciones de material glacial las hay en el complejo montañoso de los cerros Hettner (a2), Garavito y Darío Rozo (b2); las morrenas más desarrolladas están situadas en la vertiente oriental del Cerro Garavito.

La faja más ancha de morrenas se encuentra alrededor de los promontorios que descienden hacia el sur de los nevados Ruiz Erazo, Simons, Cristóbal Colón - Bolívar - Vespucio y el Guardián - Tairona. Allí serpentea alrededor de los promotorios, de los cuales forman parte los cerros Karsten (c3), Marmillod (c3), Pérez Arbeláez (d4) y Laverde (c/d5), para luego continuar hacia el sur y suroeste alrededor del Reclus (d5), Cabot, Arjona (d5) y Kraus (d4).

Morrenas más o menos extendidas en la parte sur del mapa, se encuentran en los flancos de pequeñas unidades orográficas con antiguas glaciaciones independientes como los cerros Arias (d3), Acosta (d3),Stutzer (e4) Grosse (e4) y Cuenet (e4/5). Varias de apreciable tamaño se presentan en la vertiente meridional de la cuchilla Rodríguez (c6) y en ambos flancos del cerro Valencia (b6). De menor extensión son los restos de morrenas del Cerro Grière (b5) y los que están situados entre P. Ruiz Wilches (b4) y C. Gansser (a3).

Morrenas de fondo, interrumpidas por varias morrenas terminales situadas a diferentes alturas, pueden observarse en los valles más importantes recorridos por el río Tucurinca (c2, ver b3), el río entre C. Marmillod y C. Karsten (c3), el río Cataca (c4, ver d3), el Mamancanaca (d4), el Donachuí (d6, ver c5/6) y el Guatapurí (c6). Son estas las cuencas por las que bajaban los glaciares de valle propiamente dichos. Es probable que parte de estas mencionadas morrenas de valle pertenezcan todavía al estado bolivariano.

En el conjunto de las morrenas terminales se pueden ver todas las transiciones entre guirnaldas apenas cóncavas hasta los tipos de morrenas de lengua en forma de U comprimida.

Las cabeceras del río Mamancanaca se destacan especialmente por una característica confluencia de varias morrenas de valle que convergen hacia este río desde el SE, E, NE y N (esquina NE de d4, ver además a fig. 5). Por esta peculiaridad, he decidido referirme a estas morrenas como las del *Estado Mamancanaca.* Más claramente que en las prebolivarianas se distinguen varias fases de retroceso en las morrenas del Mamancanaca. Considerando además su extensión mucho mayor y su considerable espesor y volumen, merecen más bien el nombre del *Gran Estado de Mamancanaca.* Es obvio que la extensión de los hielos durante el Gran Estado Mamancanaca causó la erosión glacial de la zona entre las mencionadas morrenas y las del estado bolivariano.

Las morrenas terminales del período Mamancanaca pueden variar bastante de altitud; la mayor parte se encuentra entre los 3.500 y 4.000 metros, una altitud media de 3.700 y 3.800 es muy común. Algunas están más arriba de los 4.000 m; la altitud más baja a la cual desciende la mayor de las antiguas lenguas glaciales del río Mamancanaca debe ser 3.450 m, aproximadamente. Estas variaciones de altura están directamente conectadas con la extensión y el espesor de los casquetes de hielo. Alrededor de campos extensos de hielo espeso, las lenguas glaciares obviamente podían descender considerablemente más que las provenientes de casquetes pequeños y de reducido espesor.

VI. *Indicios de una glaciación premancanaca. Estado Aduriameina.*

El terreno situado abajo de las morrenas Mamancanaca que rodean los cerros Kraus-Arjona (d4-d5), Stutzer (e4), Grosse (e4) y Cuenet (e 4/5) muestra vestigios de una glaciación más antigua. De norte a sur este terreno se extiende desde la vertiente sureste del río Mamancanaca hasta las cabeceras del río Cuturataca, cruzando la divisoria C. Stutzer-C. Mamón (o Chu-Chu, e5). Del E al W continúa del mismo C. Mamón hasta unos pocos kilómetros al sur del C. Acosta.

Esta región contiene extensas, pero no muy gruesas, morrenas de fondo recubiertas de nuevo en muchos sitios por depósitos eólicos. El material de estos depósitos, subaéreos a mi parecer, proviene de las morrenas del Gran Estado Mamancanaca. Una vez formadas estas morrenas, el viento llevó el material más fino y lo depositó en los alrededores más retirados. Los depósitos eólicos requieren un clima frío y seco, y generalmente se les considera formados durante los tiempos glaciales y no durante los interglaciales. Parece entonces que se formaron durante la máxima extensión de los hielos del Gran Estado Mamancanaca y no después. La distribución de los sedimentos eólicos parece apoyar este punto de vista porque se encuentran abajo de las morrenas del Mamancanaca y no más arriba en terreno denudado por la erosión glacial,

donde ciertamente debieran también estar presentes si se supone que fueron formados después del retiro de los hielos mamancanaquenses. Los depósitos eólicos mamancanaquenses son en todo caso más modernos que las morrenas de fondo que ellos cubren, y esta condición hace que las últimas no sean bien accesibles al estudio. La posición topográfica más baja de estas morrenas, en relación con las mamancanaquenses, obliga a concluir que son más viejas. Pero existe también otro indicio para argüir que se trata en esta región de una topografía más antigua que la del Estado Mamancanaca. En las cabeceras del río Aduriameina existe un valle en forma de una U abierta, vestigio de un antiguo valle glacial que principia al norte del Cerro Cuenet y que desciende hacia el occidente. Al norte del Cerro Stutzer, en vez de bajar hacia el río Mamancanaca, continúa en dirección W o WSW para terminar a una distancia de unos 3 km al sur del C. Acosta. Tiene dos interrupciones (al norte del Cerro Stutzer y al sureste del Cerro Acosta) que se pueden explicar por los efectos destructores de la erosión más moderna. No obstante esto, se trata de un solo valle glacial, largo y antiguo. Hacia arriba, este valle no continúa porque las morrenas que descienden de los dos complejos Arjona-Kraus por un lado y las del Cerro Cuenet por otro, obstruyen su continuación hacia arriba. Estas morrenas (mamancanaquenses) son entonces más modernas y el discutido valle glacial debe por consiguiente ser premamancanaquense. Es de interés anotar que el antiguo río que descendía por este valle glacial fue decapitado dos veces por corrientes perpendiculares a la dirección del valle. Una decapitación se puede observar al SE del Cerro Acosta producida por la quebrada que baja hacia el SE para unirse con el río Cuturataca; la otra está al norte del C. Stutzer. La parte del río Aduriameina al oriente de esta localidad es el viejo curso, en cambio la parte que desciende hacia el NW en el R. Mamancanaca es causa de la decapitación más moderna. Esta decapitación debe haberse producido durante una fase de erosión entre los estados glaciales de Mamancanaca y el Premamancanaca (o Aduriameina).

VII. *Las diferentes glaciaciones de la Sierra Nevada*

Mencionamos más arriba el hecho de que en la Sierra Nevada de Santa Marta pueden distinguirse tres estados de glaciaciones: el bolivariano, el Mamancanaca y el premamancanaca que podemos llamar más explícitamente Aduriameina. Los primeros dos estados se pueden subdividir en varias fases, reflejadas en las morrenas, cuando el hielo avanzó algo y luego retrocedió.

La misma posición de las morrenas terminales nos permite reconstruir la extensión aproximada de los hielos durante estos estados. Estos se han hecho en las figuras 7 y 8; para facilitar comparaciones presentamos en la misma escala la extensión de los glaciares actuales (fig. 6). Indicamos también las cuchillas divisorias entre circos actuales y antiguos, las direcciones de las corrientes de hielo y los más importantes valles glaciales en la figura 8.

Las superficies cubiertas por las máximas glaciaciones y sus proporciones relativas están reunidas en la siguiente tabla:

Glaciaciones	*Superficie* [6]	*Proporciones comparativas*	
Reciente	39 km²	1	0,37
Bolívar	105 km²	2,7	1
Mamancanaca	856 km²	22	8,15
Aduriameina	?		

Acerca de la cronología de los estados de glaciación, ningún dato exacto puede darse por el momento y sólo podemos presentar algunas consideraciones especulativas. Parece bastante seguro que las morrenas bolivarianas son modernas.

Las del estado Mamancanaca ya podrían pertenecer al Pleistoceno por su magnitud y grande extensión. Los depósitos eólicos alrededor de ellos también podrían indicar una edad pleistocena, por su conexión con condiciones climatológicas más rigurosas que las de los tiempos modernos. La fuerte erosión glacial del terreno causada por los hielos mamancanaquenses podría también apoyar esta conclusión. El recubrimiento sumamente escaso con materiales glaciales de la zona entre las morrenas Mamancanaca y las bolivarianas indica un rápido retiro de los glaciares sobre una apreciable distancia. Es muy probable que los glaciares desaparecieron completamente entre los estados Mamancanaca-Bolívar o que se redujeron a una extensión menor que los glaciares actuales. Según estas sugerencias, sería justificado suponer que las morrenas del período Mamancanaca son pleistocenas, es decir, würmianas, para hablar en términos internacionales.

Por otra parte, se conocen en Europa y Norteamérica varios importantes estados de glaciación después del último Würmiano propiamente dicho, estados que varios autores en su conjunto llamaron "La glaciación final", aunque es muy dudoso que se trate de un verdadero período de glaciación comparable a los pleistocenos (Würm, Riss, etc.). En todo caso, prácticamente no habrá campo para colocar todos estos estados en retroceso en el conjunto de fenómenos de glaciación de la Sierra Nevada de Santa Marta, si se atribuye una edad würmiana (es decir pleistocena) al período de Mamancanaca. Por esta razón me parece más indicado paralelizar por el momento el Mamancanaca con los estados más antiguos de las "glaciaciones finales".

Los restos de una glaciación propiamente pleistocena, o würmiana, deberían buscarse entonces más abajo de las morrenas mamancanaquenses. Según esta interpretación, las morrenas würmianas ha-

[6] En proyección sobre el plano horizontal.

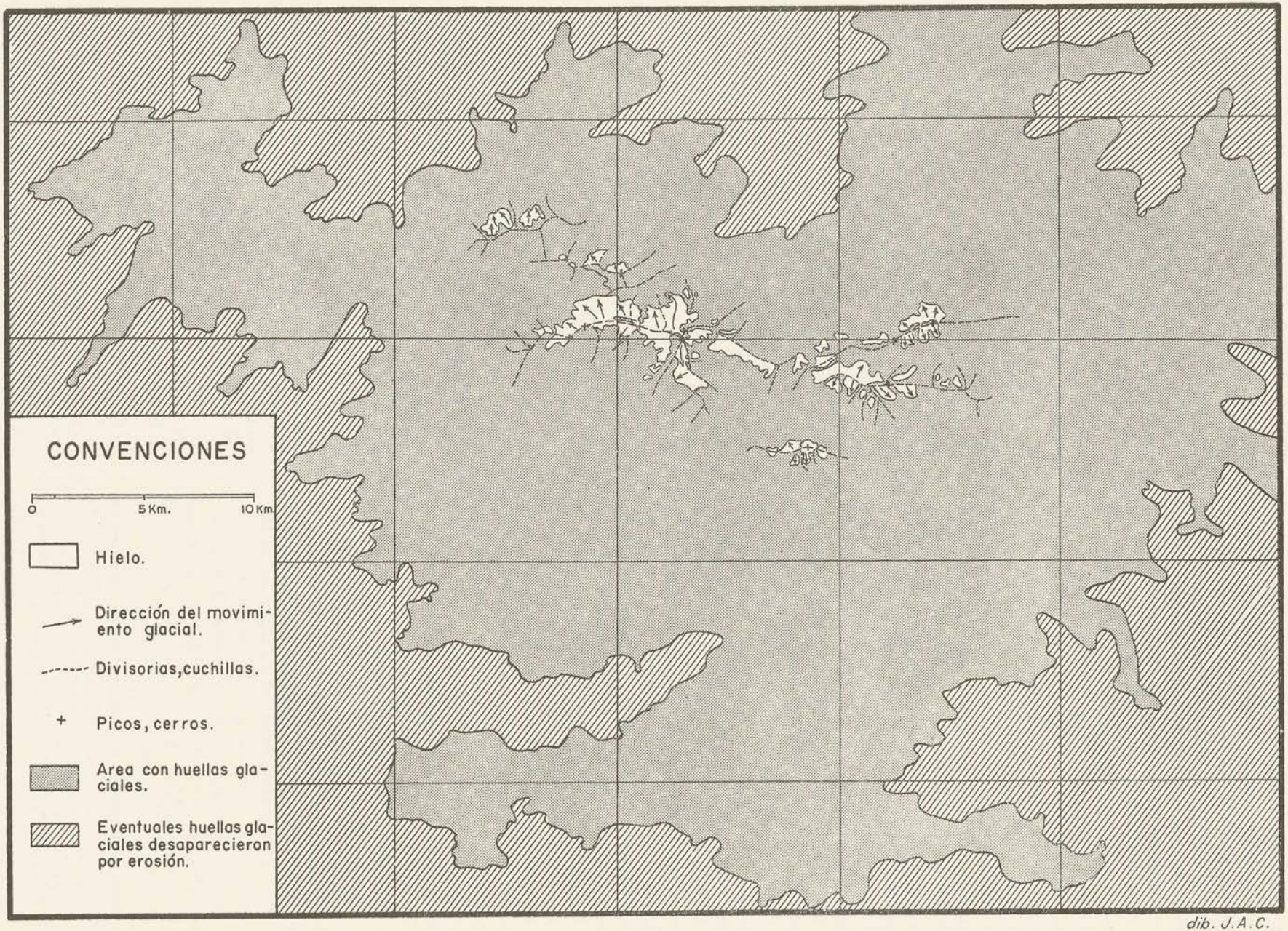


Fig 6.—Extensión actual del hielo en la Sierra Nevada de Santa Marta (para comparar con las figuras 7 y 8).

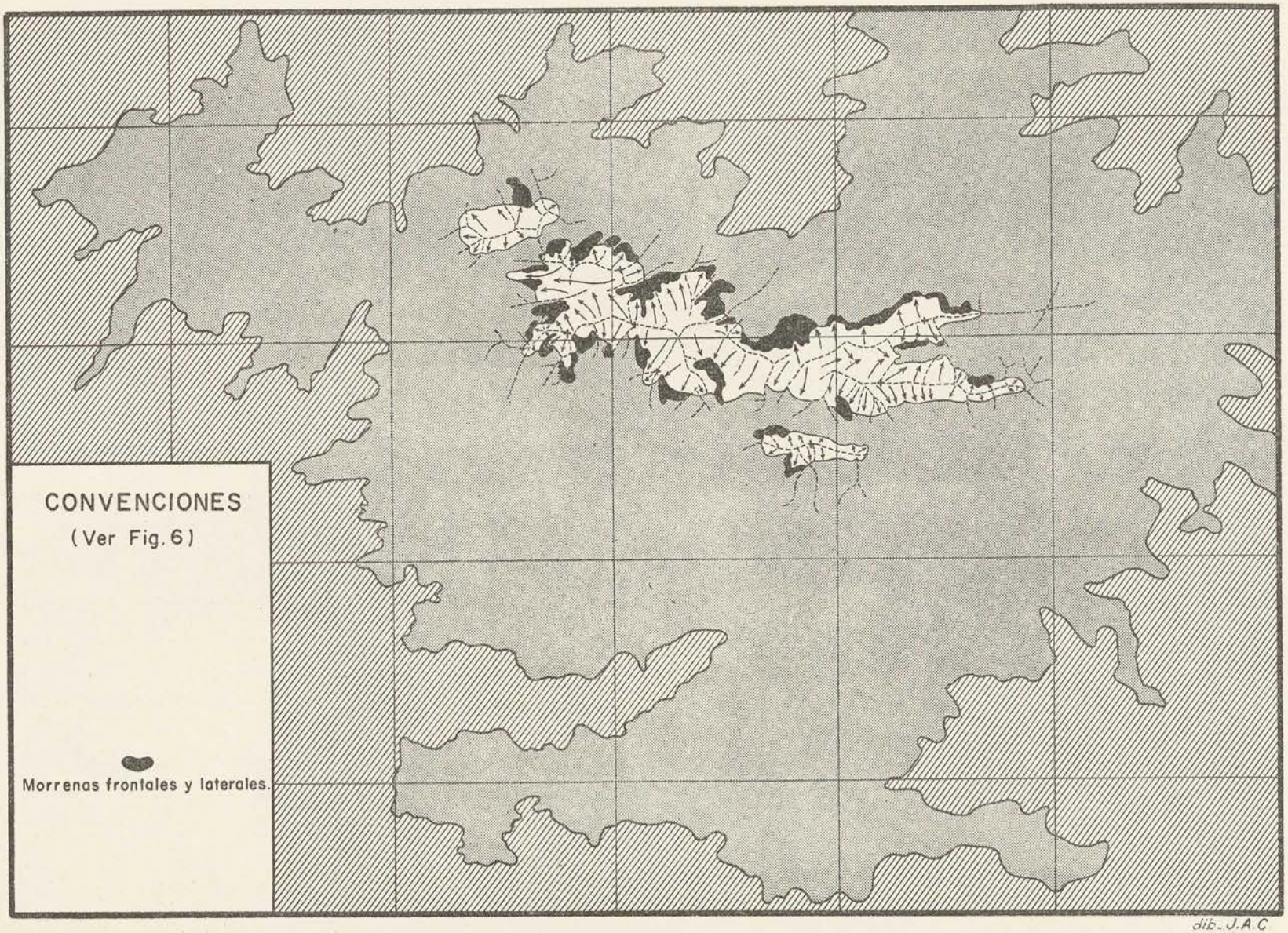


Fig. 7.—Extensión máxima del hielo durante el Estado Bolivariano.

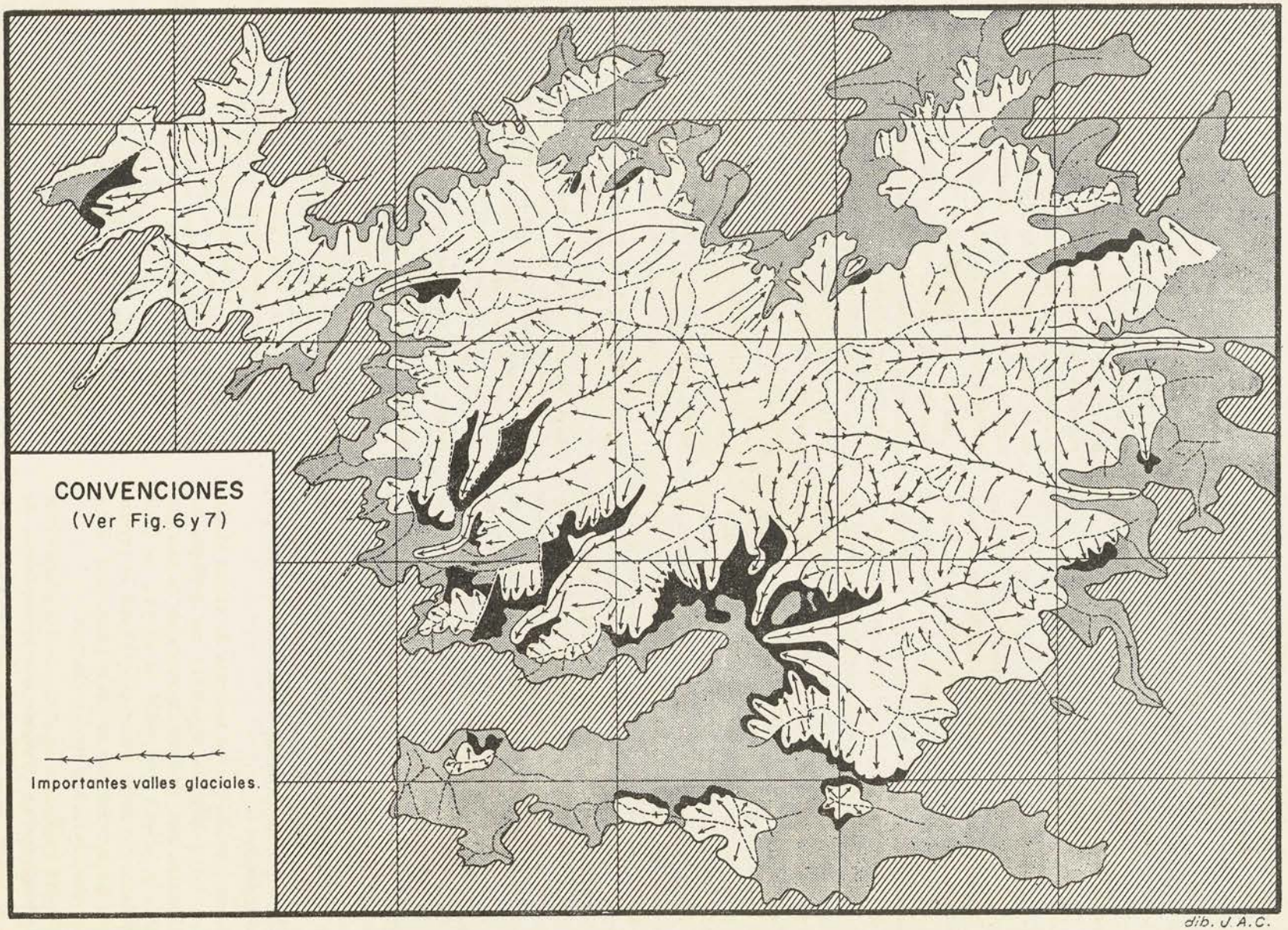


Fig. 8.—Extensión máxima del hielo durante el Gran Estado Mamancanaca.

brían sido destruídas en gran parte. Los pocos testigos glaciales todavía conservados del período Aduriameina, podrían entonces corresponder al Würmiano.

Como lo comprenderá el lector, el presente estudio es sólo una orientación general para reconocer la extensión y la intensidad de los vestigios glaciales, y que deben seguir estudios más detallados los cuales requerirán sin duda varios años de intensa labor. Tal empeño sólo tendrá éxito si se dispone de mapas topográficos detallados y provistos de curvas de nivel.

VIII. *Nota sobre un reciente estudio de A. Gansser.*

Al terminarse el manuscrito recibimos un importante artículo por A. Gansser: "Ein Beitrag zur Geologie und Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta", incluído en la Bibliografía. Gansser ilustra profusamente con cartas, secciones y figuras la descripción de la geología y petrografía de la región cubierta por el mapa de Cabot.

Con referencia al presente estudio es interesante observar que dicho artículo tiene un capítulo dedicado a las glaciaciones de la Sierra Nevada, con un mapa glaciológico. También Gansser distingue tres estados de glaciación, los cuales corresponden a los nuestros. Es una feliz coincidencia que su segundo estado lo llama igualmente "Mamancanaca" por la abundancia de morrenas que caracterizan este estado en las cabeceras del río Mamancanaca. Su último estado, que corresponde a nuestro "bolivariano", lo llama *glaciación reciente hasta subreciente*. Inciertos restos de morrenas, vestigios de su glaciación más vieja, que corresponden probablemente a nuestro "Estado Aduriameina", fueron encontrados por Gansser en el río Cuturataca, al sur y sureste del Cerro Stutzer (e4). Observó también arriba de los 3.000 metros el caracter glacial de varios valles, que él conecta también con el estado más antiguo.

Abajo de los 3.000 metros comprobó un aumento de las gradientes de los ríos y es aparente que esta peculiaridad corresponde al límite de intensa erosión fluvial que está ascendiendo desde el nivel del mar (línea roja en nuestro mapa glaciológico), límite, cuya altura media es de 3.000 metros aproximadamente.

Gansser opina que no se trata de varias glaciaciones independientes, separadas por períodos interglaciales, sino de fases de retroceso de una glaciación principal, que sería la última, es decir würmiana. No halló restos que indican la presencia de glaciaciones más antiguas (Riss, etc.). Estos resultados concordan con los nuestros.

Gansser explica la ausencia de las glaciaciones pre-würmianas en Colombia con la suposición de que el macizo de la Sierra Nevada de S. M. y en general las otras cordilleras colombianas no fueron levantadas hasta el nivel de la neviza sino después de la penúltima glaciación pleistocena (Riss). Esta idea nos parece de importancia trascendental y su eventual comprobación en el futuro tendrá consecuencias de mucho alcance para la tectónica y la geología cuaternaria de estas latitudes tropicales.

Agradecimientos.

El autor quiere expresar sus agradecimientos a las siguientes personas:

A Erwin Kraus por prestar su entusiasta colaboración que permitió completar la nomenclatura del mapa; por las descripciones que nos hizo de las regiones visitadas por él y por haber puesto generosamente a nuestra disposición una selección de su extenso archivo de excelentes fotografías, del cual escogimos once para ilustrar este artículo con varios fenómenos de interés glaciológico.

Al Dr. Enrique Hubach, Director del Instituto Geológico Nacional, por las numerosas sugerencias que mejoraron la redacción del artículo y por haber autorizado su publicación en esta revista.

A Antonio Tomic por la estrecha y constante colaboración prestada en todas las fases de la preparación de este estudio, tanto del texto, como de las figuras y del mapa.

BIBLIOGRAFIA DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA

Acosta, Joaquín, "Sur le Géologie de la Sierra Tairona (Nouv. Grenade)", (carta a Elie de Baumont) Bull. Soc. Géol. France.; T. 9, Ser. 2, pp 390-399, Plancha, 1851.

Acosta, Joaquín, "Sur la Sierra Nevada de Sainte Marthe, formée par les terrains primitifs" Bull. Soc. Géol. de France. Vol. 9, París 1852.

Bergt, Walter, "Beitrag zur Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta und der Sierra de Perijá in der Republik Columbia in Suedamerika". Inaugural Dissertation (Univ. Leipzig), Alfred Hoelder, Wien, pp. 271-386, 1888.
También en Tschermaks min. u. petr. Mitt., 10, Nº 4-5, Wien. 1888.

Brettes, Joseph de, "Chez les Indiens du Nord de la Colombie", Le Tour du Monde, vol. IV, 1898.

Brettes, Joseph de, "Les Indiens Arhuaques-Kaggabas", Bull. de la Soc. d'Antropol., París, 1902.

Cabot, Thomas D., "Mountains of the Caribbean", Appalachia, Boston, Vol. 18 pp. 17-22, 1930.

Cabot, Thomas D., "Sierra Nevada de Santa Marta", Appalachia, Boston, Vol. 22, Nº 87, Jun., pp. 309-314, 1939.

Cabot Thomas D., "The Cabot Expedition to the Sierra Nevada de Santa Marta of Colombia", Geog. Rev., Vol. 29, Nº 4, Oct., pp. 587-621. Map. by Wood, Walter A., 2 "Geologic and Physiographic Notes", by Notestein Frank B., 1939.

Caracristi, M. C. F. Z., "Una excursión a la Sierra Nevada", Anal. Ing., Vol. 7, Nº 81, Sep., pp. 269-271, 1894.

Calderón, Rafael, "La Sierra Nevada de Santa Marta", Corr, Aldeas, Ser, 1, Nº 3; Ago.; pp. 28-42; Nº 4; Ago., pp. 56-59; Nº 5, Ago., pp. 70-73, 1887.

Cornette, A., "Extraits de différentes lettres adressées a M. Deshayes par le pere Cornette, de la compagnie de Jesús", Bull. Soc. Géol. France, T 9, Deuxieme Série, pp. 509-560.

Cuénet, G. H., "Excursión del **Dr. G. H. Cuénet** a la Sierra Nevada de Santa Marta". Vínculo, Nº 34, Marzo 1951 (Organo de la Cía. Colombiana de Petróleo El Cóndor y de la Cía. de Petróleo Shell de Colombia. Excursión 21 enero — 7 febrero 1951: **Erwin Kraus** y **Raymond Grière; Guardián, Simón Bolívar**).

Flye, Orlando L., "Mis impresiones de la Sierra Nevada de Santa Marta", Pan. Nº 3, Oct., pp. 27-31 (tomado de "El Estado", Nº 2548), 1935.

Gansser, August, "Ein Beitrag zur Geologie und Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta", Bull. suisse de Minéralogie et Pétrographie, Bd 35, H 2, 1955, pp. 209-279.

Gerth, Heinrich, "Der Geologische Bau der suedamerikanischen Kordillere", Gebrueder Borntraeger, Berlín, 1955. La Sierra Nevada de S. M. en pág. 153, no se refiere a las glaciaciones.

Gómez Picón, Rafael, "Visión de la Sierra Tayrona", Bol. Soc. Geog. Colom., Vol. 8, Nº 2, Dic., pp. 180-184, Fotos, 1948.

Grière, Raymond, "La Sierra Nevada de Santa Marta". Alpinisme, printemps 1952 (179, rue de Pompe, París XVIe), Nº 99, pp. 17-24; un mapa con las rutas de **Kraus-Cabot, Cuénet-Perret, Cuénet-Grière-Kraus;** seis fotografías, buena historia de todas las excursiones.

Guhl, Ernesto, "La Sierra Nevada de Santa Marta", Rev. Acad. Colom, Cienc. Exact. Fís. Nat. Vol. 8, Nº 29, Nov., pp 111-122, Planchas, Lámina, 1950.

Hall, H. S., "Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia", Can. Alp. Jour. Vol. 31, Nº 12, Dic., pp 2171-2192, Figs., 1947.

Hettner, Alfred, "Die Sierra Nevada von Santa Marta", Peterm, Mitt., Vol. 21, pp 92-97, 1885.

Hubach, Enrique, "La Sierra Nevada de los Taironas", Pan, Nº 3, Oct., pp 1-14. Fotos, 1935.

Karsten, Hermann, "Geognostische Bemerkungen ueber die Nordkueste Neu-Granadas, insbesondere ueber die sogenannten Vulkane von Turbaco und Zamba", Zeitschr. D. Geol. Gesells., Band 4, Heft 3, May-Jul., 1952.

Karsten, Hermann, "Ueber die geognostischen Verhaeltnisse des westlichen Columbien, der heutigen Republiken Neu Granada und Ecuador", Lith. u. ged. i.k.k. Hof u. Staatsdruckerei, Wien, 1856.

Kraus, Erwin, "Ascenso a la Sierra Nevada de Santa Marta", Pan, Nº 31, Jun. 26, 1939.

Oppenheim, Víctor, "Geología del Departamento del Magdalena", Compil. de los Estudios geol. offic. en Colombia, Tomo 5, Bogotá, 1942.

Raymond, Edouard, "Informe sobre una misión geológica en los departamentos del Magdalena y Atlántico", Comp. de los Estudios geol. ofic. en Colombia, Tomos 5 y 6, Bogotá, 1942.

Reclus, Elisée, "Voyaye a la Sierra-Nevada de Sainte-Marthe", Librairie Hachette et Cie., París, 338, 21 gravures, 1 carte. 1881.

Rosales José Miguel, "Geografía Económica de la Sierra Nevada de Santa Marta", Bol. Soc. Geogr. Colom., Año 1, Nº 2, 1934.

Schenck, Friedrich von, "Reisen in Antioquia im Jahre 1880". Peterm. Mitt. Band 29, Heft 3, pp 81-93; Heft 6, pp 213-220; Heft 12, pp 441-453, Maps. 1883.

Seifritz, William, "The Sierra Nevada de Santa Marta. An ascent from the North", Geogr. Rev., Vol. 24, Nº 3, pp 478-485, 1934.

Seifritz, William, "Die Höhenstufen der Vegetation in der Sierra Nevada de Santa Marta", Bot. Jahrb., Vol. 68, 1937.

Sievers, Wilhelm, "Die Sierra Nevada de Santa Marta", Leipzig, 1887.

Sievers, Wilhelm, "Die Sierra Nevada de Santa Marta und die Sierra de Perijá". Zeitschr. Gesellsch. fuer Erdkunde, Bd 23, Berlín, 1888.

Sievers, Wilhelm, "Erlaeuterungen zur geognostischen Karte der Sierra Nevada de Santa Marta", Zeits. Gesell. Erdk. Ber. Nº 137, Oct., Map. Taf., 1888.

Simons, F. A. A., "Notes on the topography of the Sierra Nevada of Santa Marta, U. S. of Colombia", Royal Geog. Soc. Proc. Vol. 1, Nº 11, Nov., pp 689-723, Mapa, 1881.

Simons, F. A. A., "On the Sierra Nevada de Santa Marta and its Watershed (State of Magdalena, U. S. of Colombia)", Vol. 3, Nº 12, Dic., pp 705-723, Mapa, 1881.

Taylor, Griffith, "Settlement zones of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia", Geog. Rev., Vol. 21, Nº 3, pp 539-558, Figs., 1931.

Thevernin, Ernest, "Proyecto de exploración a la Sierra Nevada de Santa Marta, con fines prácticos", Revista de Industrias, Bogotá, Vol. 1, Nº 7, Dic., pp 230-233. Mapa, 1924.

Vinalesa, José de, "La Sierra Nevada de Santa Marta. Etnografía de los Bintukuas", Colombia, A. 1, Nos. 1-2 Ene-Feb., pp 66-76, Fotos, 1944.

Vinalesa, José de, "El Indio de la Sierra Nevada", Colombia, A. 1, Nos. 3-4 Mar-Abr., pp 76-86, Fotos, 1944.

White, Robert Blake, "Brief notes on the Glacial Phenomena of Colombia (south America)", Scott. Geog. Mag., Vol. 15, Nº 9, Sep., pp. 470-479, Fotos, 1899.

Wollaston, A. F. R., "The Sierra Nevada de Santa Marta" Geog. Journ., Vol. 66, Nº 2, Ago., pp 97-111, 1925.

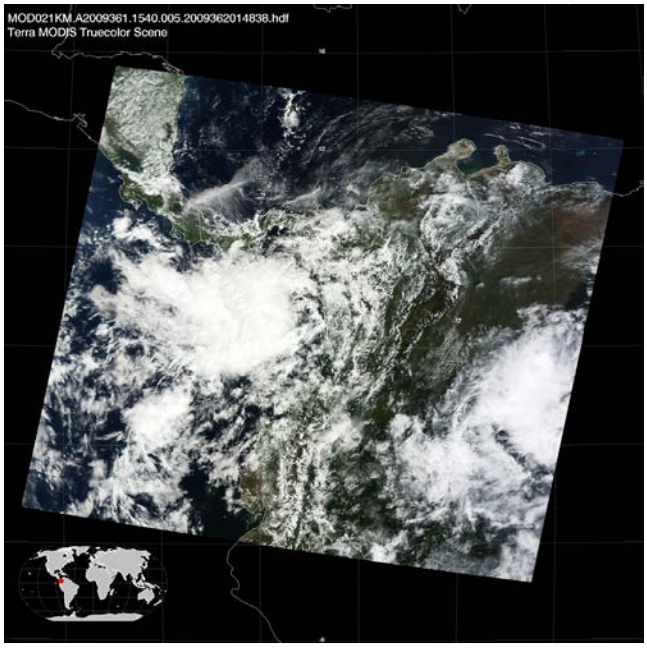
Wood, Walter A., "Mapping the Sierra Nevada de Santa Marta; The Work of the Cabot Colombian Expedition", Geog. Rev., Vol. 31, pp. 632-639, Mapa, 1941.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):467-490, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.583

Meteorología y climatología de la vertiente del Pacífico colombiano

Hans Trojer

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1958, 10 (40): 199-219.



Hans Trojer (1916-ND)

Hans Trojer nació en 1916 en Klagenfurt, Austria. En 1939 se graduó como Doctor en Meteorología y Geofísica en la Universidad de Graz. Allí mismo trabajó como asistente científico entre 1938 y 1948. Posteriormente de 1940 a 1945 fue Meteorólogo de la Fuerza Aérea (Luftwaffe). Entre 1949 y 1951 trabajó como Geofísico del Servicio de Minería en la República Dominicana. Entre 1951 y 1965 trabajó como jefe de Agroclimatología de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, en CENICAFE. Después de 1965 se desempeñó como Climatólogo y Asesor Principal de Enseñanza e Investigación en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica. De sus trabajos en Colombia también se destacan: (1) "*El tiempo reinante en Colombia, sus características y su desarrollo: Estudios básicos para una climatología dinámica de Colombia*" (1954), y (2) "*Fundamentos para una zonificación meteorológica y climatológica del trópico y especialmente de Colombia*" (1959), ambos publicados por la Revista Cenicafé.

Buena parte del entendimiento que hoy tenemos sobre la variabilidad espacial y temporal de los procesos que definen el clima (largo plazo) y el tiempo atmosférico (corto plazo) en Colombia, se deben a H. Trojer. En particular, en este trabajo se discuten los principales mecanismos dinámicos y termodinámicos asociados con ambas escalas de tiempo, y es pionero en distinguir entre los fenómenos que dan lugar al clima, como la oscilación de la Zona de Convergencia Intertropical, y su influencia en el ciclo anual de la precipitación, de aquellos efectos locales causantes del tiempo atmosférico como la topografía y los sistemas locales de circulación (tierra-mar o valle-montaña).

La vertiente del Pacífico Colombiano es uno de los lugares más lluviosos del planeta, con precipitaciones promedias entre 8.000 y 13.000 mm por año. A partir de registros de diversas variables meteorológicas, este trabajo de Trojer discute la dinámica temporal y espacial de la meteorología y el clima de esta fascinante región de Colombia. Además, es pionero en temas como: (1) el ciclo diurno de la precipitación en Colombia, al evidenciar su alta variabilidad en las zonas de montaña, al estudiar su comportamiento en los distintos meses del año y su relación con la latitud, y al descubrir los mecanismos causantes del carácter bimodal de dicho ciclo diurno. (2) El ciclo anual de intensidad, frecuencia y duración de aguaceros. (3) El primer mapa de la distribución de la lluvia promedio anual sobre la región de estudio, al evidenciar una fuerte zonificación norte-centro-sur. (4) La influencia entre la altura topográfica y las precipitaciones anuales. (5) Vincular dos variables que representan el balance de agua y el balance de energía, tales como la precipitación (P) y el brillo solar (B) con el fin de establecer un cociente que permitiera una zonificación climática, un tema de fundamental relevancia en la hidroecología actual.

Germán Poveda, Ph.D.
Miembro de Número

METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA DE LA VERTIENTE DEL PACIFICO COLOMBIANO

(UNA CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL "TIEMPO REINANTE EN COLOMBIA")

HANS TROJER

Jefe Sección de Meteorología, Centro Nal. de Inv. de Café — Chinchiná

El presente trabajo es una ampliación del presentado al simposium sobre ZONAS HUMEDAS TROPICALES reunido en Quibdó, bajo los auspicios de la UNESCO y el Gobierno Nacional de Colombia, durante el mes de marzo de 1958.

Aunque no puede hacerse una descripción completa, sin embargo se intenta captar los principales procesos dinámicos de la atmósfera y su relación con la topografía, que por medio de mediciones directas nunca se podría realizar, debido a la imposibilidad de aumentar las estaciones meteorológicas en una red tan densa como la que requeriría un país montañoso de tan variadas modificaciones locales.

H. T.

INTRODUCCION

La observación meteorológica, muy escasa y discontinua, como ocurre generalmente en las zonas tropicales y especialmente en las húmedas, dificulta la interpretación de los datos correspondientes. Aunque algunos autores han hecho intentos de descripción del clima de la zona húmeda de la vertiente colombiana del Pacífico (13), dando las referencias más notorias, los métodos empleados no han logrado la generalización que se puede de intentar por medio de una interpretación dinámica de las condiciones atmosféricas en relación con las características específicas de la topografía de esta región.

La deducción lógica según los conocimientos de la Meteorología General, y la comprobación de ciertos procesos fundamentales en el desarrollo del tiempo en el Trópico constituyen la base para la descripción dinámica del clima sobre las zonas de muy escasos datos meteorológicos. Naturalmente, hay que tomar en cuenta, también, las condiciones especiales debidas a la localización topográfica, como son las regiones costeras y los valles interiores o su extensión geográfica. En esta forma es posible llegar a conclusiones preliminares sobre la Meteorología y la Climatología tropical en general, y de las zonas húmedas más específicamente, si se adicionan para la interpretación algunas características comunes de tales zonas. Una comprobación semejante ha sido estudiada para otras regiones del territorio colombiano, como diferentes zonas cafeteras, la sabana de Bogotá, la cuenca de Medellín, y el valle del río Cauca (12) en los Departamentos de Cauca, Valle y Caldas, utilizando datos obtenidos por redes meteorológicas relativamente densas.

Esta interpretación, según la Climatología Dinámica desarrollada recientemente en varios centros de investigación climatológica, requiere mayores conocimientos de la meteorología y aventaja la acostumbrada por su descripción más completa y generalizable.

Como la observación de la atmósfera implica la medición separada de diferentes elementos, se ha acostumbrado la tendencia a enfocar también la interpretación climatológica según uno o varios de estos elementos. Esto ha sido motivado también por la necesidad de aplicación inmediata de los conocimientos para determinados fines prácticos, como por ejemplo la preferencia por la pluviosidad. Pero, no son sólo los pocos elementos de común interés los que definen la situación meteorológica de una región, ya que cada uno de ellos caracteriza únicamente en grado limitado el tiempo momentáneo o el tiempo predominante durante cierto lapso. Por esto, la climatología con su aplicación múltiple en las diversas actividades de la vida humana, no puede limitarse al estudio de uno u otro elemento perdiendo, así, la vista global.

En todo caso, de los fines de la interpretación y de su aplicación depende la inconveniencia o la insuficiencia de utilizar un solo elemento meteorológico. Tomando como ejemplo el caso del empleo de los datos de lluvia, las sumas anuales o mensuales no expresan suficientemente la distribución de los diversos sumandos, ni su magnitud, mostrándose por sumas iguales muy diferentes causas y efectividad de las mismas. En cambio, la interpretación por medio de los sistemas dinámicos permite determinar características importantes adicionales debido al reconocimiento de las causas físicas inmediatas, a la descripción del desarrollo y de la interacción de los factores más importantes; así como por la sucesión de un estado al otro de acuerdo con el cambio resultante de esta transformación por los mismos procesos dinámicos. Estudiando en esta forma los datos de cualquier región, el reconocimiento de la situación del tiempo depende de la separación de los principales factores actuantes, eligiendo adecuadamente los elementos más representativos. En consecuencia, pocas observaciones son necesarias, cuando ellas mismas permiten definir las características esenciales del tiempo momentáneo o del tiempo predominante durante épocas determinadas (secas y lluviosas), precisando la situación del tiempo reinante en toda la región. Por esto, cada observación es una muestra para la combinación específica entre la topografía y las condiciones atmosféricas, lo cual produce bajo las mismas relaciones manifestaciones semejantes del tiempo reinante.

METEOROLOGIA DE LAS ZONAS HUMEDAS DEL TROPICO

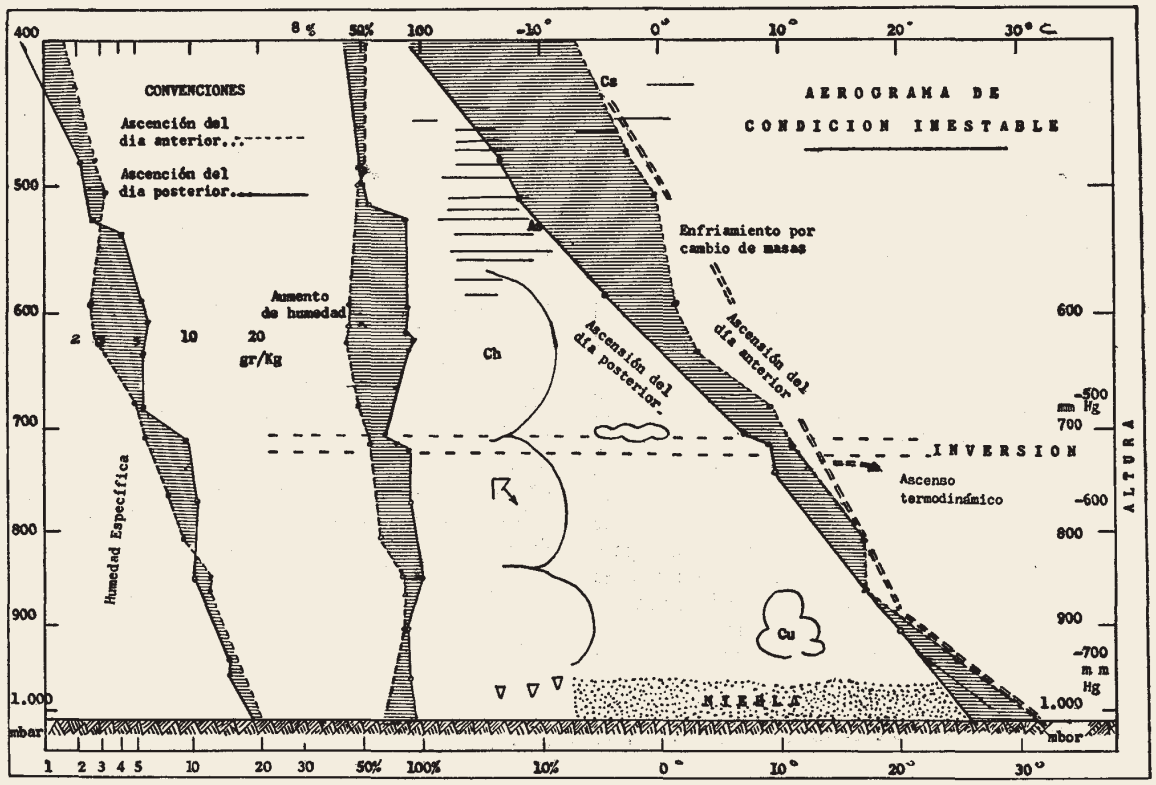
En consecuencia, con la introducción anterior, el tiempo reinante sobre una región que abarca zonas extensas puede ser bien identificado por los datos meteorológicos de una estación, cuando se toman en cuenta las caracte-

rísticas topográficas del lugar y las modificaciones del tiempo debidas a tales circunstancias. Estos fenómenos locales, como todos los procesos de la atmósfera, obedecen a las leyes de la física y permiten por analogía la ampliación a zonas más vastas teniendo en cuenta estas mismas leyes. De ahí que los datos de las pocas estaciones de que se dispone hayan permitido hacer un estudio preliminar, pues las condiciones que reinan en las zonas húmedas del trópico, no son más que casos especiales de los fenómenos conocidos por la meteorología general en todas partes. Sería difícil determinar por medición directa, la gran variación que presentan los fenómenos meteorológicos en el trópico montañoso, ya que esto implicaría una red tan densa que ningún país del mundo podría sostenerla (5).

La zona húmeda del trópico se caracteriza, primordialmente, por el alto contenido de humedad del aire en el estado inicial de los procesos dinámicos (1 metro cúbico de aire en estado de saturación y a 30°C, contiene 32 gramos de vapor de agua; a 20°C, 18 gramos y a 10°C, 9 gramos); así se explica la alta cantidad de agua en las nubes tropicales, y la consecuente abundancia de lluvia en estas zonas. Tales condiciones se presentan pronunciadamente cuando masas de aire ecuatorial y marítimo fluyen hacia la línea de convergencia intertropical que se encuentra en las latitudes superiores. Además, la abundante pluviosidad mantiene la humedad relativa a un alto nivel muy próximo al estado de saturación y, en estas condiciones, un reducido enfriamiento produce la condensación de estas enormes cantidades de vapor acuoso. El enfriamiento ocurre bien al ascender el aire, bien por la irradiación nocturna de la tierra, o por la mezcla o contacto inmediato con aire frío.

En la atmósfera tridimensional hay movimientos verticales y horizontales. El movimiento vertical (ascenso) depende de las condiciones topográficas y también del grado de la inestabilidad en la estructura vertical de las masas de aire actuantes (en analogía con la mecánica se conocen las estructuras estable, indiferente, e inestable). Un volumen de aire que empieza a ascender debido al levantamiento por la topografía o al calentamiento local (convección), sigue el proceso cuando, por la disminución matemática de la temperatura según las leyes termodinámicas, este volumen del aire está más cálido que los alrededores; es decir, la distribución vertical real de la temperatura corresponde a la situación inestable (Gráf. 1). Durante el tiempo anticiclonal (buen tiempo) se reducen las condiciones favorables para el movimiento ascendente (situación más estable), debido a las fuertes inversiones térmicas producidas por el efecto de subsidencia al enjutarse la zona de alta presión cuando el aire inferior se dispersa. En contraste, durante el tiempo ciclonal (mal tiempo) la afluencia de aires marítimos frescos y el diferente calentamiento local, aumentan la estructura inestable y favorecen las condiciones para fuertes movimientos ascendentes (más de 15 metros por segundo) y con ellos la formación de nubes del tipo de cumulonimbos.

GRAFICO Nº I



El movimiento horizontal, dependiente de la distribución bárica (centros de alta y baja presión atmosférica en los diferentes niveles altimétricos), determina algunas características típicas, según su origen, y la estructura de las masas de aire. Las condiciones de estructura se conservan principalmente durante su translación. La forma aerodinámica de las corrientes (convergencia o divergencia), influye además sobre el carácter del tiempo reinante; la convergencia produce movimientos verticales ascendentes con aumento de la nubosidad y por el contrario, la divergencia hace descender el aire y por consiguiente disuelve las nubes. El carácter de la topografía también se refleja sobre la corriente predominante en las manifestaciones del tiempo en la parte montañosa del

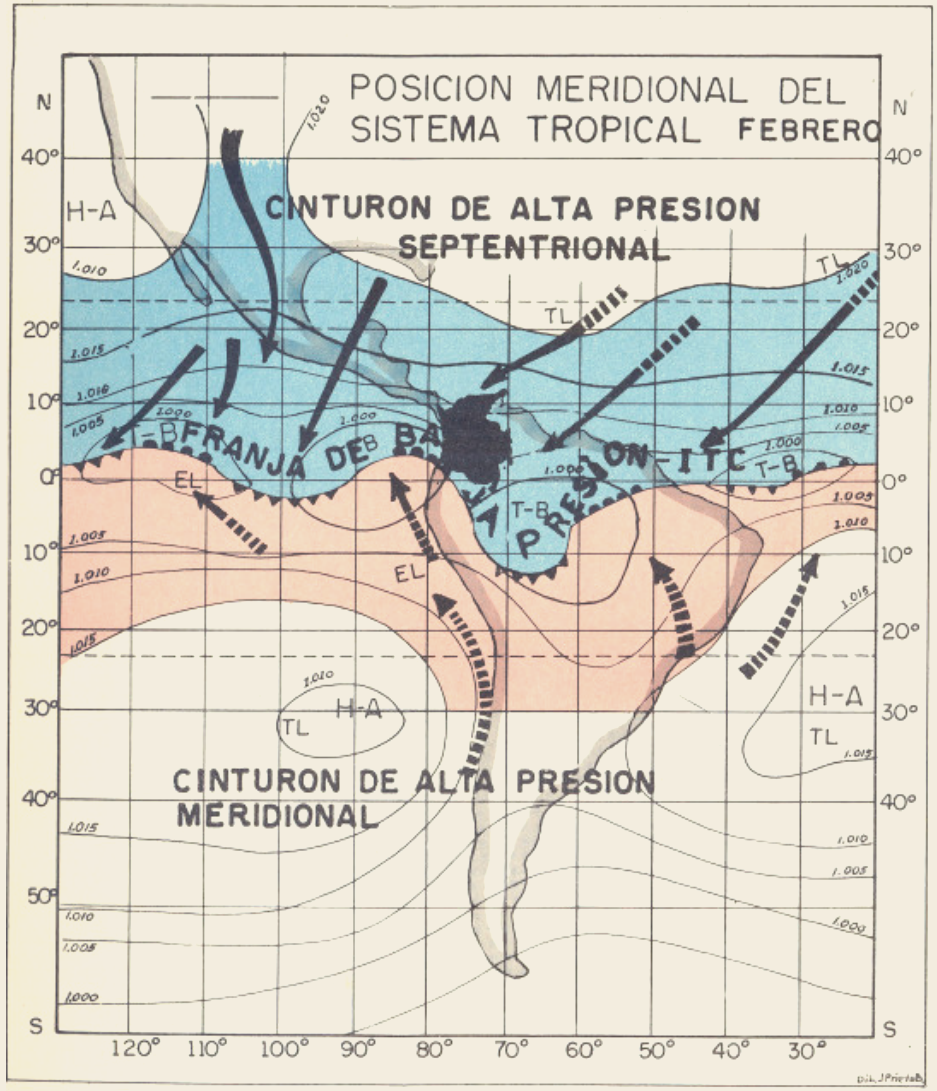


GRAFICO No. 3

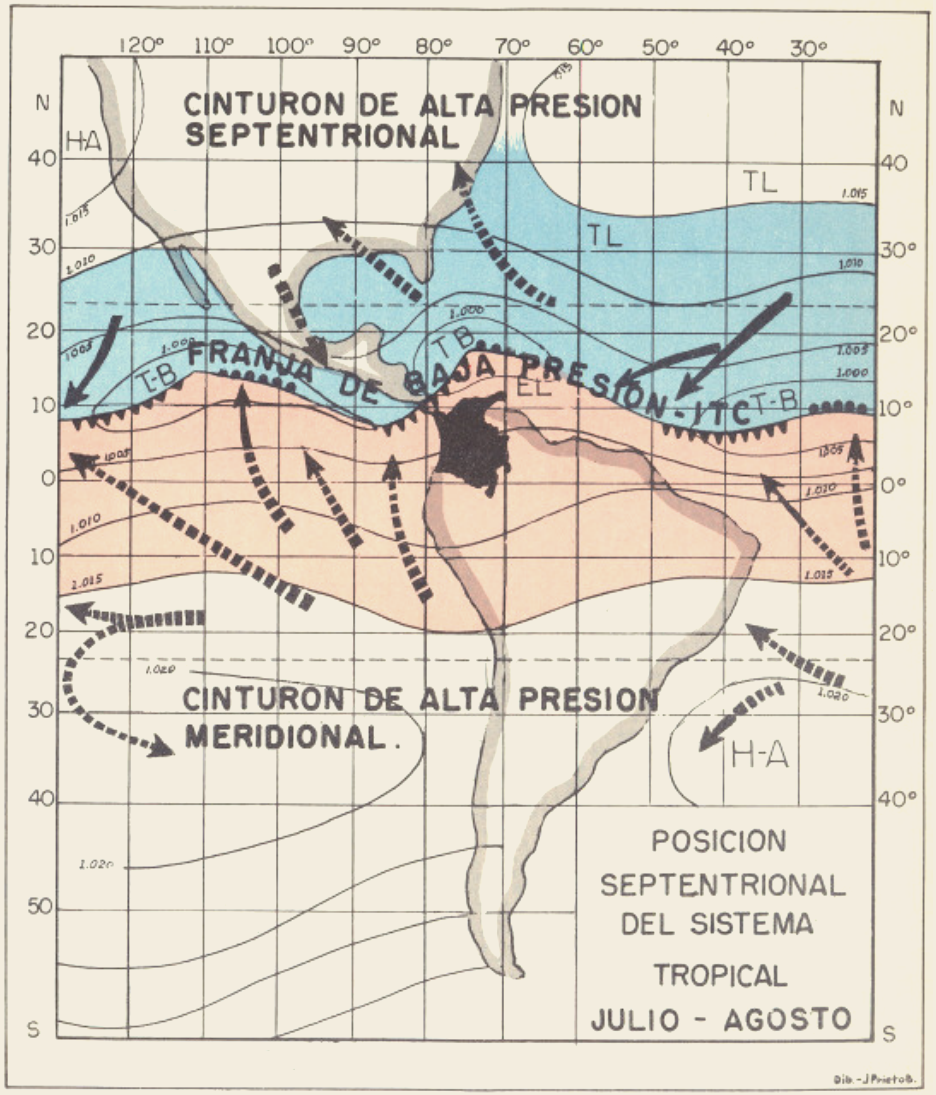
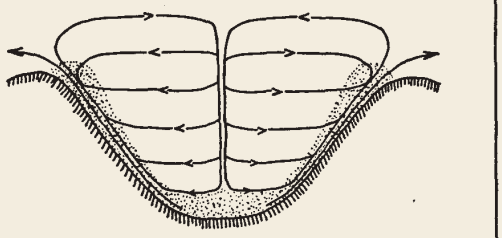


GRAFICO No. 4

trópico por los efectos de Estancamiento y Foehn. Estancamiento se correlaciona con levantamiento y por consiguiente con enfriamiento de las masas de aire ascendente y formación de nubes; mientras que Foehn se denomina el efecto del aire descendente en la parte de barlovento de la montaña donde se despeja el cielo.

Además de los fenómenos de las corrientes generales, en los países montañosos se presentan circulaciones verticales de carácter local (Gráf. 2) causadas por las diferencias térmicas entre valle y montaña, como también entre mar y costa, las cuales poseen su ciclo diario. Su grado de desarrollo depende de la intensidad de la radiación (insolación e irradiación nocturna) y de su consecuente transformación calórica, la cual, a su vez, cambia con la nubosidad formada y con la estructura del aire. La nubosidad densa y las precipitaciones pueden invertir la situación térmica diferencial de tal modo que las circulaciones también se invierten en horas fuera del ciclo normal (posición solar), como se observa en días

GRAFICO Nº 2



Esquema de la circulación diurna del aire para valles

(Según A. Wagner, Microclima – R. Geiger)

con varios cambios repentinos de nubosidad. Por condiciones especiales de topografía, las circulaciones se desarrollan con especial intensidad sobre determinados núcleos de las cimas de las montañas como lo demuestran la nubosidad local durante buen tiempo y la gran variación en la distribución pluvial. Estas diferencias locales son aún más pronunciadas en la zona chocoana que en el resto del país, debido a la gran inestabilidad de las masas de aire marítimo y a la gran disposición de la atmósfera para el desarrollo de movimientos verticales.

De acuerdo con lo anterior, el tiempo reinante depende, en general, de los siguientes factores (3):

A.—Macrotiempo, la situación momentánea de los centros de presión atmosférica que forman el sistema intertropical de circulación y que determinan la dirección de la translación horizontal y la estructura de las masas de aire, como también los efectos hidrodinámicos de convergencia y divergencia.

A. a.—Fenómenos locales producidos por la topografía, y por la corriente general según el macrotiempo (estancamiento y foehn).

B.—Sistemas locales de circulación recíproca (tierra - mar o valle - montaña).

La combinación en cualquier grado de los factores anotados, determina el carácter del tiempo en cualquier momento y para cualquier lugar. Los mismos conceptos aplicados a los tiempos reinantes predominantes durante determinados períodos (tiempos lluviosos o de "invierno", tiempos secos "verano") son la base para la climatología de interpretación más amplia.

CLIMATOLOGIA BASICA DESCRIPTIVA DE LA ZONA HUMEDA DEL PACIFICO EN COLOMBIA

Entendiendo como clima el estado medio de la atmósfera sobre un lugar determinado, este está representado también, de acuerdo con el concepto de la climatología dinámica (6), por el tiempo reinante predominante sobre cada región durante épocas bien diferenciadas como las secas o las lluviosas. Tal distribución depende, en primer lugar, de la posición del sistema de circulación intertropical con su translación cíclica, y en segundo lugar de influencias locales.

Todo el sistema consiste en dos zonas de alta presión sobre ambos subtrópicos (una septentrional y la otra meridional) y la franja intermedia de baja presión atmosférica. Hacia esta franja de baja presión convergen las corrientes que se dispersan de los centros de alto nivel, la septentrional y la meridional, forman la línea o zona de convergencia intertropical (ITC).

Debido a la variación de la radiación solar a causa de la translación cíclica (estacional) del sol, se conocen dos posiciones extremas del sistema intertropical (Gráf. 3 y 4). La posición meridional al principio del año (febrero) se caracteriza (3) por la división del cinturón meridional de alta presión en dos células, interrumpidas sobre el continente suramericano. En consecuencia, las corrientes confluyen hacia la zona de baja presión sobre el interior septentrional del continente, llevando masas ecuatoriales marítimas. La parte norte de la ITC está invadida por masas subtropicales marítimas (Caribe) que constituyen y amplían los centros de alta presión del cinturón septentrional. La posición septentrional se desarrolla paulatinamente cuando masas ecuatoriales marítimas avanzan hacia el norte y refuerzan el cinturón meridional de alta presión cerrándose también sobre el continente en forma de un puente.

A. EL MACROTIEMPO

Tal situación en conjunto se denomina el macrotiempo o tiempo general y está regida por la localización de los centros de presión atmosférica que forman el sistema intertropical de circulación y que determinan la dirección y la velocidad de las corrientes actuantes de aire. Con la translación de todo el sistema intertropical cambia paulatinamente la posición de los centros báricos y por consiguiente también las propiedades típicas de las masas de aire arrastradas por las corrientes respectivas. En consecuencia, la ITC cruza también la zona de la vertiente colombiana del Pacífico donde a lo largo convergen masas marítimas o continentales de diferente origen desde direcciones opuestas (generalmente de componentes septentrionales y meridionales, de acuerdo con la diferencia término principal de los subtrópicos y el Ecuador). Estas corrientes predominantes, conocidas comúnmente como Alisios, hacen converger hacia la ITC masas de diferencias térmicas y de humedad variadas, las cuales ascienden sobre esta zona de acción. La ITC no puede ser una línea o franja fija, como se supone en el sentido climatológico con el concepto de los Alisios, sino que está en permanente movilización por el dinamismo de los procesos atmosféricos. A este respecto es preciso distinguir entre el tiempo reinante momentáneo y el tiempo reinante predominante (estado climatológico). En las latitudes medias tampoco existe permanentemente

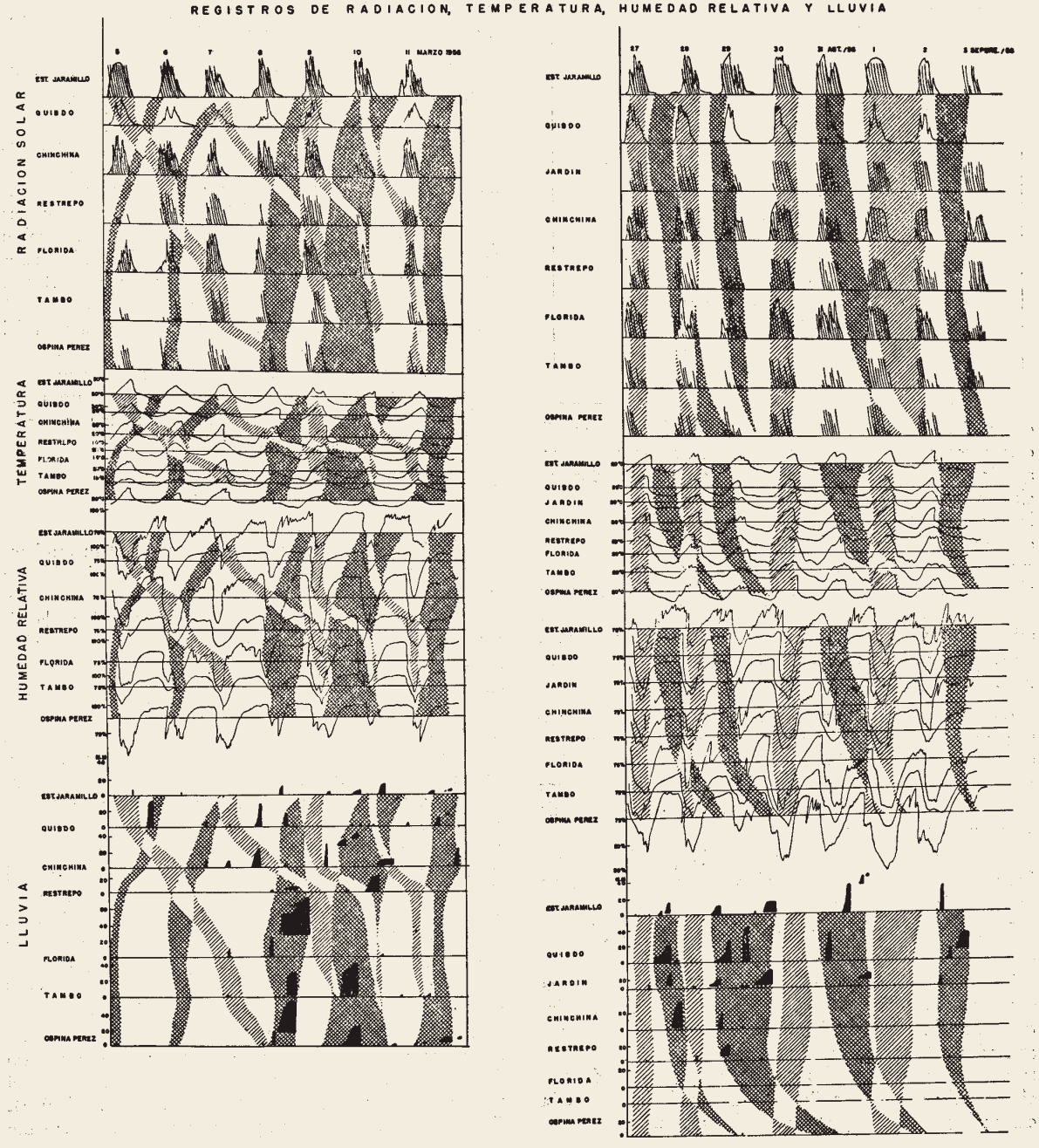
la corriente climatológica occidental, sino que ésta se presenta con la destrucción y el rejuvenecimiento de las perturbaciones atmosféricas y por los cambios de las corrientes de aire; es decir, por cambios del tiempo. De la misma manera, en el trópico también se observan cambios diarios del tiempo, aún durante los períodos de predominio de un carácter del tiempo.

El carácter del tiempo se diferencia en todas partes por valores relativos bien definidos de la radiación y el brillo solar, de las temperaturas y de la humedad del aire, de la nubosidad típica y de la precipitación pluvial. Siempre los días de tiempo anticiclonal (buen tiempo), se caracterizan por la mucha radiación y brillo solar; temperatura relativamente alta; baja humedad del aire, especialmente, en las horas de la tarde; precipitaciones escasas o aguaceros de poca duración. En veces, los días ciclonales (mal tiempo) se caracterizan por valores contrarios.

Catalogando de acuerdo con las características anotadas los registros semanales (5-11 de marzo y 27 de agosto a 3 de septiembre de 1956) de varias estaciones meteorológicas del occidente colombiano, ordenadas según su latitud, se demuestra visiblemente el transcurso, la translación y la variabilidad del tiempo reinante sobre tal zona (Gráf. 5). Durante el primer período el tiempo ciclonal, con su nubosidad típica aunque con variada intensidad pluvial, avanza desde el sur hacia el norte, debilitándose notablemente al entrar a la zona bajo influencia del centro septentrional alta presión (posición meridional del sistema intertropical); mientras que después de las perturbaciones las cuñas de alta presión del norte se extienden hacia el sur. Así, llegan del norte

GRAFICO Nº 5

REGISTROS DE RADIACION, TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y LLUVIA



masas de aire fresco del anticiclón del Caribe, las cuales se encuentran hacia el sur con las masas ecuatoriales, y forman nuevas perturbaciones con el mismo traslado general, correspondiente al factor del macrotiempo. Durante el segundo período (27 de agosto a 3 de septiembre de 1956) la translación del macrotiempo es inversa, debido a que el sistema intertropical está en su posición meridional y las perturbaciones atmosféricas se desplazan hacia el sur. El anticiclón meridional se debilita en su actividad, lo cual se manifiesta por el aumento de la nubosidad en los niveles superiores, cambiando transitoriamente la insolación y caracterizando los demás elementos meteorológicos por actividades de mal tiempo. Las perturbaciones se agotan rápidamente bajo la influencia anticiclonal, extendiéndose las cuñas hacia el norte hasta que se encuentran las masas ecuatoriales con las marítimas subtropicales del Caribe. Allá se forman nuevamente en su línea divisoria las perturbaciones que son empujadas hacia el sur por el aire septentrional fresco.

Según el macrotiempo predominante se definen las épocas estacionales, distinguiéndose principalmente las secas y las lluviosas, resaltando en esta forma un elemento del cual existen generalmente el mayor número de datos. Razones posteriores mostrarán que tal preferencia es puramente artificial y que tal elemento no siempre indica el conjunto como lo manifiesta el tiempo reinante.

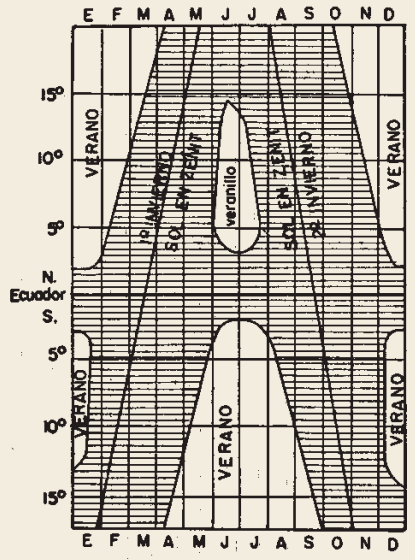
Sin embargo, partiendo de lo acostumbrado y conocido, la distribución de los períodos secos y lluviosos se puede generalizar según la forma esquemática dada por Martonne E. (Gráf. 6) de la cual se puede determinar, según la latitud geográfica, la posición cenital del sol y las correspondientes épocas de lluvia y sequía (2). Según esta interpretación entre el Ecuador y los 14° de latitud existe una doble época anual de lluvia que, con el aumento de la latitud, se convierte en una sola. A la misma distribución llevan las observaciones pluviométricas representadas según el cuociente de Angot (7) y ordenadas de acuerdo con la latitud, sin considerar la longitud geográfica.

El despazamiento estacional de los períodos secos y lluviosos se puede relacionar con el avance de la ITC lo cual para Colombia ocurre así: La época lluviosa se localiza a pincipios del año en el sur del país y a medida que corre el año avanza hacia el norte, donde impera hasta marzo-abril la época seca. Después de la primera época lluviosa, con duración de dos a tres meses, avanza igualmente de sur a norte y hasta aproximadamente 8° Lat. N. el tiempo seco. Desde septiembre-octubre, empieza un rápido retorno de las lluvias desde el norte hacia el sur, a través de toda Colombia.

Tal distribución relativa y generalizada se puede encontrar también en todos los datos pluviométricos de la zona en estudio (Gráf. 7) aunque no siempre en forma tan sobresaliente. La altura de la lluvia y con ella su distribución no va siempre en relación directa con el carácter del macrotiempo a lo cual contribuyen además otros factores que se sobreponen hasta predominar en ciertas situaciones atmosféricas como lo demuestran los valores de esta zona excepcional de la vertiente del Pacífico (7).

Sólo una descripción más detallada del desarrollo del macrotiempo permite explicar las desviaciones, lo cual puede realizarse por el estudio de días típicos o por períodos pronunciados. Los días de buen tiempo y los períodos secos son más pronunciados en los lugares costaneros y en el fondo de los valles amplios. Allí la influencia local (circulación local) refuerza este carácter del tiempo anticiclonal por lo cual sus períodos resaltan en todos los valores relativos (porcientos) de las sumas mensuales de la precipitación, especialmente en los extremos norte y sur (Acandi, Tumaco). En cambio, los períodos lluviosos se destacan más en las zonas altas, donde la circulación local aumenta la actividad ciclonal pluvial. También el efecto de estancamiento y foehn no se elimina por completo, aun por la representación porcentual, y tampoco las propiedades de estructura de las masas de aire, lo cual se confirma por la distribución de la zona altimétrica media. En esta zona todos los factores influyen en la magnitud de la lluviosidad. Las estaciones del norte y del sur (Villa Arteaga, Dabeiba, Consacá, Ricaurte) demuestran el transcurso estacional más pronunciado, como les corresponde según el macrotiempo. No obstante, se observan adelantos y prolongaciones de los tiempos secos y de los lluviosos debido a efectos topográficos, tanto por las corrientes generales (estancamiento, foehn) así como por las circulaciones locales. Las masas de aire marítimo ecuatorial, procedentes del anticiclón meridional del Pacífico avanzan al principio del año arrastradas por las corrientes de WSW y después de SW hacia el centro de baja presión sobre el continente, reforzando por estancamiento las precipitaciones sobre las vertientes occidentales (Ricaurte, Rosas, Anchicayá, Dagua). El efecto del foehn se nota en las esta-

GRAFICO Nº 6



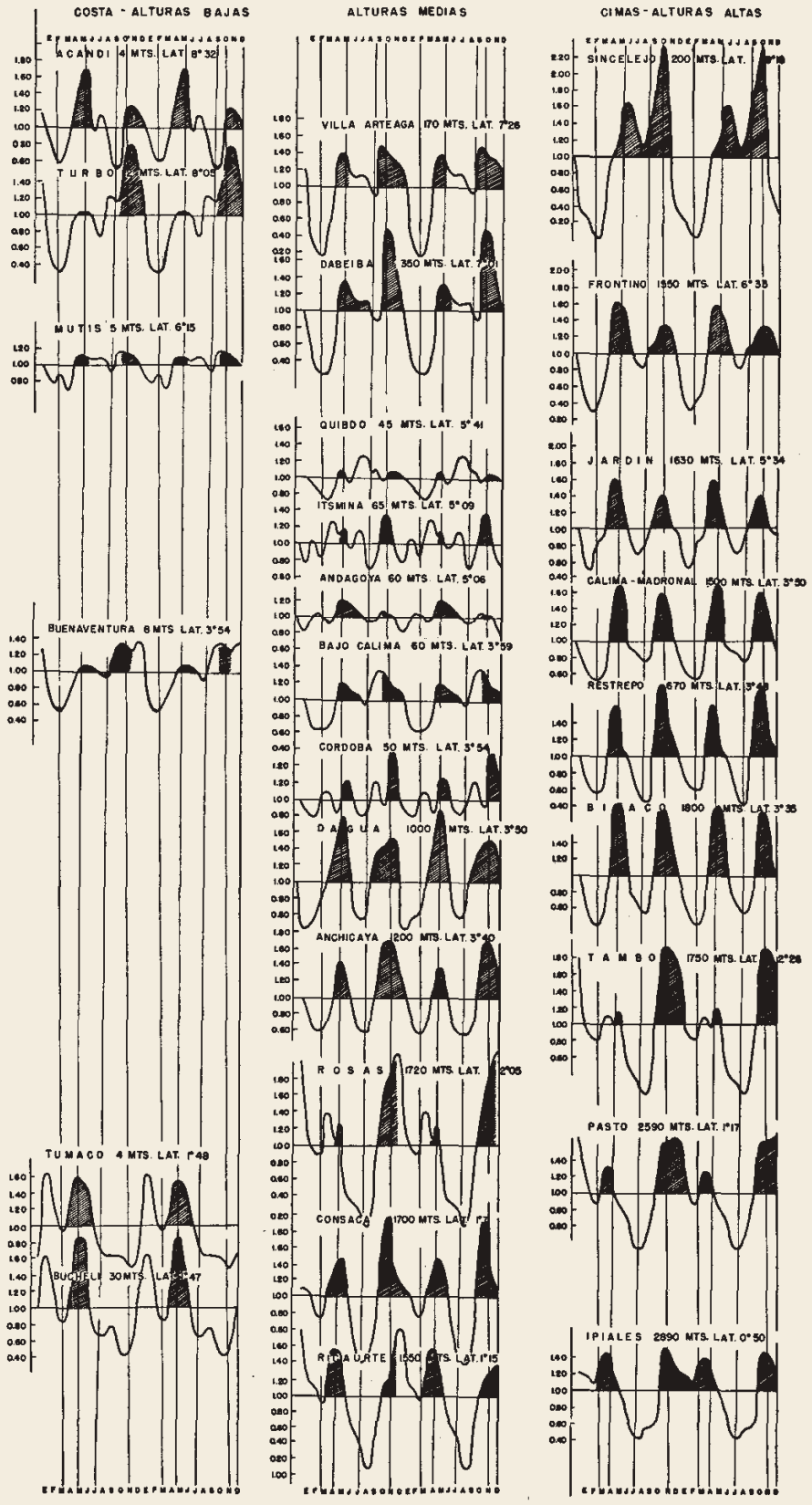
Esquema de la distribución de tiempos secos y lluviosos en la zona tropical

Segun: E. de Martonne

(Hann – Klimatologie)

GRAFICO Nº 7

TRANSCURSO MEDIO DE LA PRECIPITACION
EN LA VERTIENTE COLOMBIANA DEL PACIFICO
(COCIENTE PLUVIOMETRICO DE ANGOT)



ciones de Pasto y Tambo. Al mismo tiempo, en el norte invaden masas marítimas subtropicales del Caribe del ENE-NE produciendo estancamiento en laderas orientales (Jardín, Restrepo) y el foehn se manifiesta al lado del sotavento (Sincelejo, Calima, Madroñal, Andagoya, Bajo Calima, Córdoba y, aún reconcible, en Rosas).

Siguiendo la translación de la ITC hacia el norte, se extiende el anticiclón meridional el cual forma puente de alta presión sobre la parte norte del continente suramericano; al mismo tiempo, se hace notorio en la parte sur el período seco durante el cual predominan corrientes de direcciones SE que se manifiesten claramente tanto por la disminución de la pluviosidad como por las características de muy baja humedad y vientos borrascosos en todas las laderas de sotavento (Pasto, Consacá, Rosas, Tumaco) y más tarde (agosto) también en Córdoba, Bitaco, Calima, Madroñal. Como consecuencia de estancamiento se puede interpretar la prolongación de los aguaceros de mayo.

Cuando empieza a regresar la ITC del norte hacia el sur las corrientes, detrás de las perturbaciones, se voltean primero hacia el NW y después al NE produciendo el estancamiento en las laderas occidentales y orientales respectivamente (Villa Arteaga, Dabeiba, Quibdó). En todo caso, el segundo período lluvioso es generalmente más fuerte en toda la zona debido al mayor contraste térmico de las masas marítimas subtropicales con las ecuatoriales continentales procedentes del puente meridional.

Fácilmente se concluye que no cada año el sistema global de circulación intertropical llega a las mismas posiciones extremas, como demuestran los Anuarios Meteorológicos (14) debido a las fluctuaciones que puede sufrir el sistema de circulación tropical, el cual forma parte de las circulaciones generales de la atmósfera global y por esto también depende de la variada actividad (duración e intensidad) de los demás sistemas, de los cuales son tal vez de mayor importancia los polares y el intertropical. Pues, el macrotiempo que reina sobre estas regiones determina las variaciones de las propiedades de las masas de aire que se forman sobre ellas y que se transmiten también a las otras zonas mundiales. Si durante un año o parte de él, todo el sistema tropical se encuentra relativamente en posición muy septentrional, este lapso se presenta menos lluvioso debido a que la zona de alta presión del cinturón meridional avanza sobre casi todo el territorio de Colombia.

B. LAS CIRCULACIONES LOCALES

Si los efectos de estancamiento y foehn por la topografía varían según la dirección de las corrientes correspondientes a la distribución bárica (macrotiempo), en las zonas montañosas existen circulaciones locales que evolucionan, de acuerdo con las diferencias térmicas locales producidas por la transformación de la radiación (insolación e irradiación nocturna) que facilita el intercambio de masas de aire, en sistemas verticales cerrados cuya extensión depende de la configuración topográfica y de la estructura vertical del aire. Tales circulaciones se presentan tanto en las zonas costeras como en los valles. Al invertirse las diferencias térmicas se invierte también el sentido de la circulación que se desplaza siempre en sus niveles inferiores desde la zona fría hacia la caliente donde asciende el aire y se enfría termodinámicamente. Sobre las zonas de ascenso, el enfriamiento provoca la condensación y por consiguiente la formación de nubosidad y de precipitaciones; mientras que en la parte descendente las nubes se disuelven.

Naturalmente, como la estructura vertical de las masas de aire cambia de acuerdo con el macrotiempo, las circulaciones locales se desarrollan diferentemente durante cada situación estacional. Sin embargo, debido a la acción permanente y proporcional durante todo el año, la caracterización de cada lugar respecto a su ubicación topográfica se refleja aun en los valores medios anuales de todos los elementos. Además, según cada configuración típica de la topografía, la circulación local imprime manifestaciones meteorológicas muy determinadas que se diferencian en todos los valores de los elementos. Estas variaciones se conocen con el concepto del ciclo diario de cada elemento meteorológico el cual es causado principalmente por el ciclo solar diario y por el carácter del tiempo como función del macrotiempo. Debido a su desarrollo claro y regular, son suficientemente conocidas las características esenciales del ciclo diario para la mayoría de los elementos meteorológicos; por ejemplo, la onda doble de la presión atmosférica y el ciclo bien definido de la temperatura del aire, de la humedad relativa, de la radiación y del brillo solar en forma de onda simple (Gráf. 8). Aunque se aprecia claramente una variación estacional del ciclo diario como reacción del macrotiempo con sus masas actuantes, las características de cada elemento se mantienen firmes. Desde luego, las singularidades más típicas se observan durante días de buen tiempo o durante períodos anticiclonales, cuando el ciclo diario de los elementos meteorológicos es más pronunciado y por lo tanto las circulaciones locales mejor desarrolladas.

De lo anterior se concluye, tal como se ha confirmado para los Alpes por observaciones durante buen tiempo, que las diferencias notables del ciclo diario de los elementos en zonas en el fondo de valles, en laderas y en cimas dependen, de su parte también, de las circulaciones locales, las cuales modifican los ciclos de los diversos elementos como reacción de la radiación y de su transformación calórica en la superficie terrestre. En todo caso, en los valles y en las cimas se registran oscilaciones más marcadas que en las laderas y, por otra parte, la desviación del promedio diario es contraria en los niveles extremos. Las máximas sobresalen en los valles más que el valor promedio en las cimas y las mínimas bajan más en las cimas que en los valles lo cual es válido para todos los elementos que tienen el mismo ciclo que la radiación y que la temperatura; en contraste, la humedad tiene un ciclo inverso. El ciclo diario durante el tiempo ciclonal es proporcionalmente menos pronunciado, y puede transfigurarse, también en el trópico, por características del cambio de masas de aire.

Para la temperatura, la cual correlaciona la densidad y la humedad del aire, el gráfico siguiente (Gráf. 9) muestra las variaciones correspondientes a la diferente ubicación de la estación meteorológica. En las laderas altas, la reducción de la insolación por la nubosidad local, como consecuencia del ascenso de la circulación diurna, disminuye las temperaturas máximas; y en las partes bajas de las laderas el aumento del contenido de vapor acuoso disminuye la irradiación nocturna y el enfriamiento. También el ascenso térmico en la mañana y el descenso de la tarde reflejan la ubicación y el efecto de la nubosidad local.

GRAFICO Nº 8

CURSO PROMEDIAL DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS METEOROLOGICOS

SEGUN EVALUACION HORARIA REGISTRADOS EN CHINCHINA - 1.952

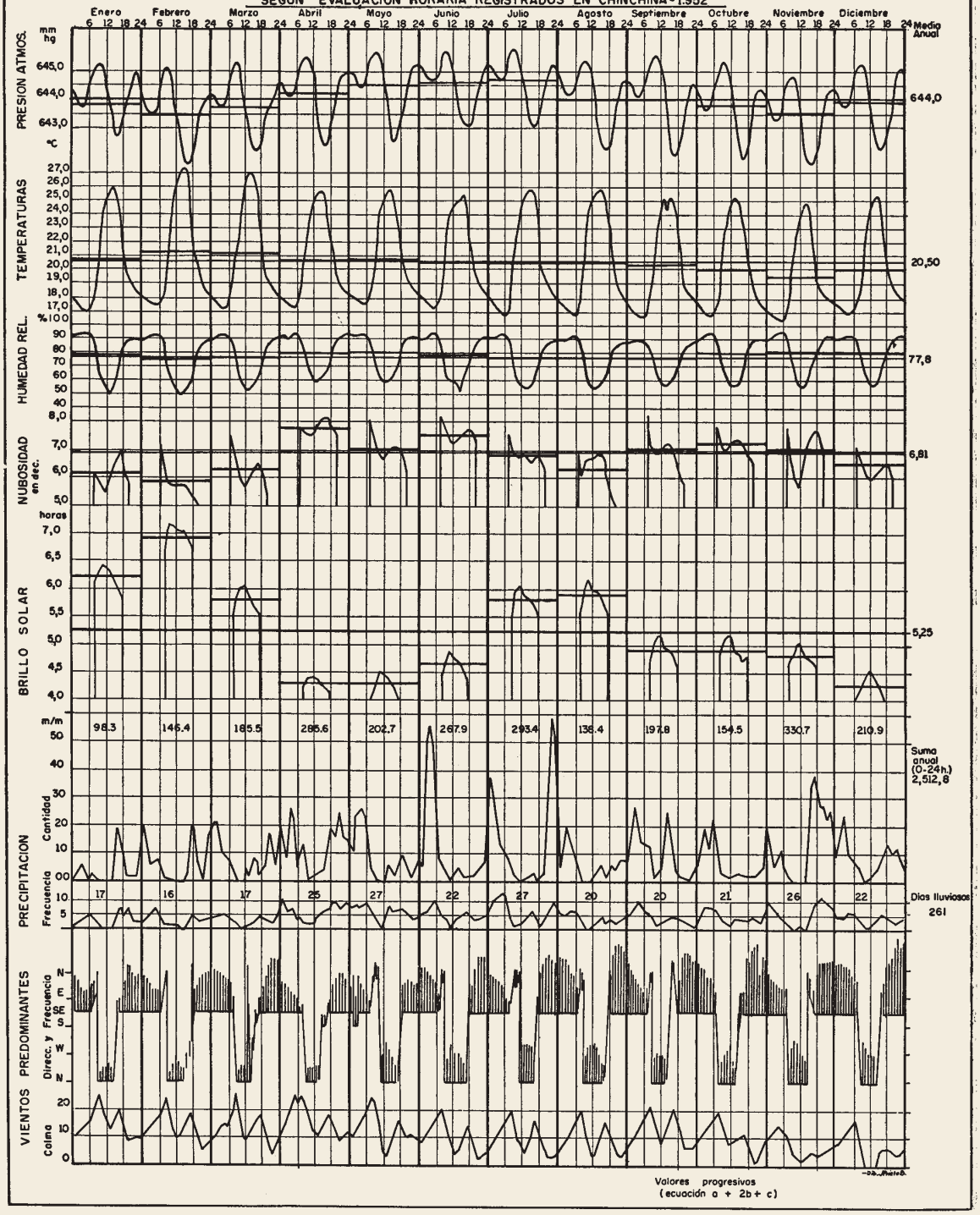
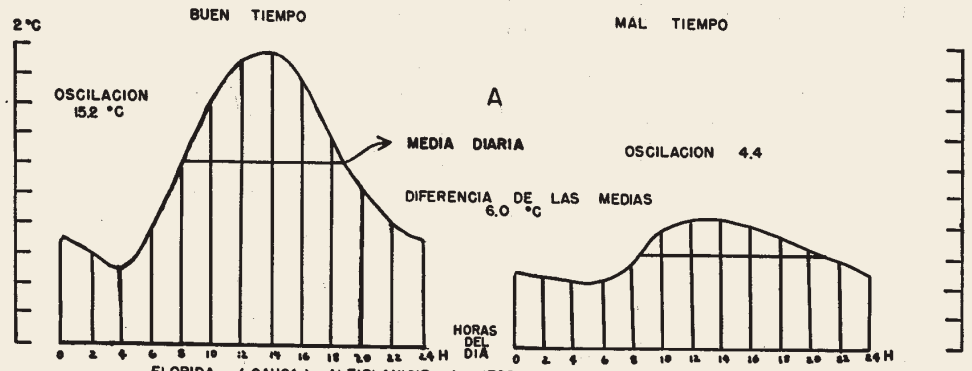
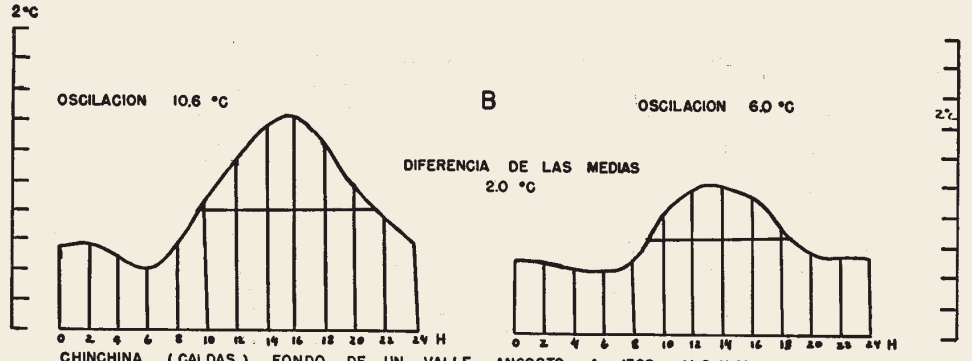


GRAFICO Nº9

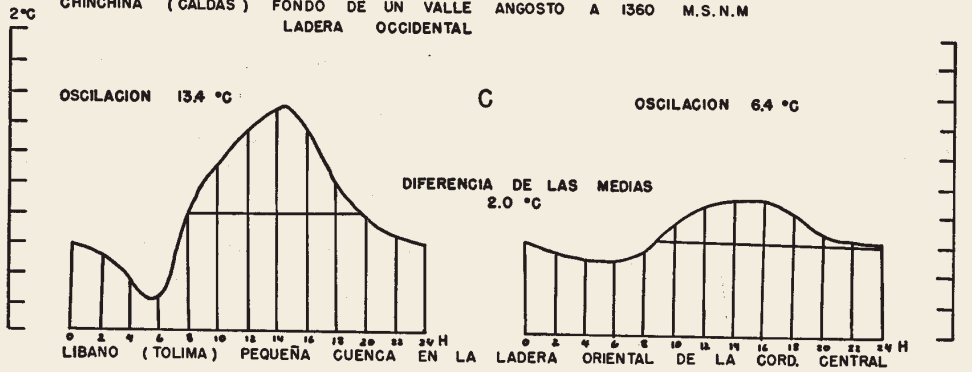
CONTRASTES DEL CICLO DIARIO DE LA TEMPERATURA DURANTE BUENO Y MAL TIEMPO EN DIFERENTES LOCALIDADES TIPICAS



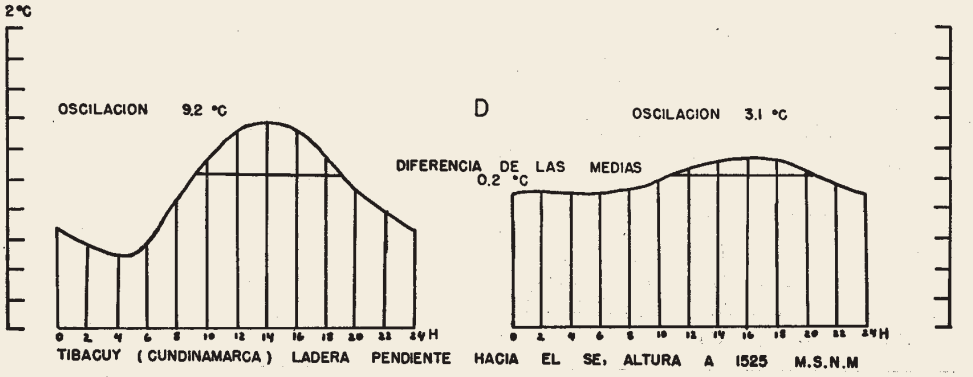
FLORIDA (CAUCA) ALTIPLANICIE A 1790 M. SOBRE EL NIVEL DEL MAR



CHINCHINA (CALDAS) FONDO DE UN VALLE LADERA OCCIDENTAL ANGOSTO A 1360 M.S.N.M



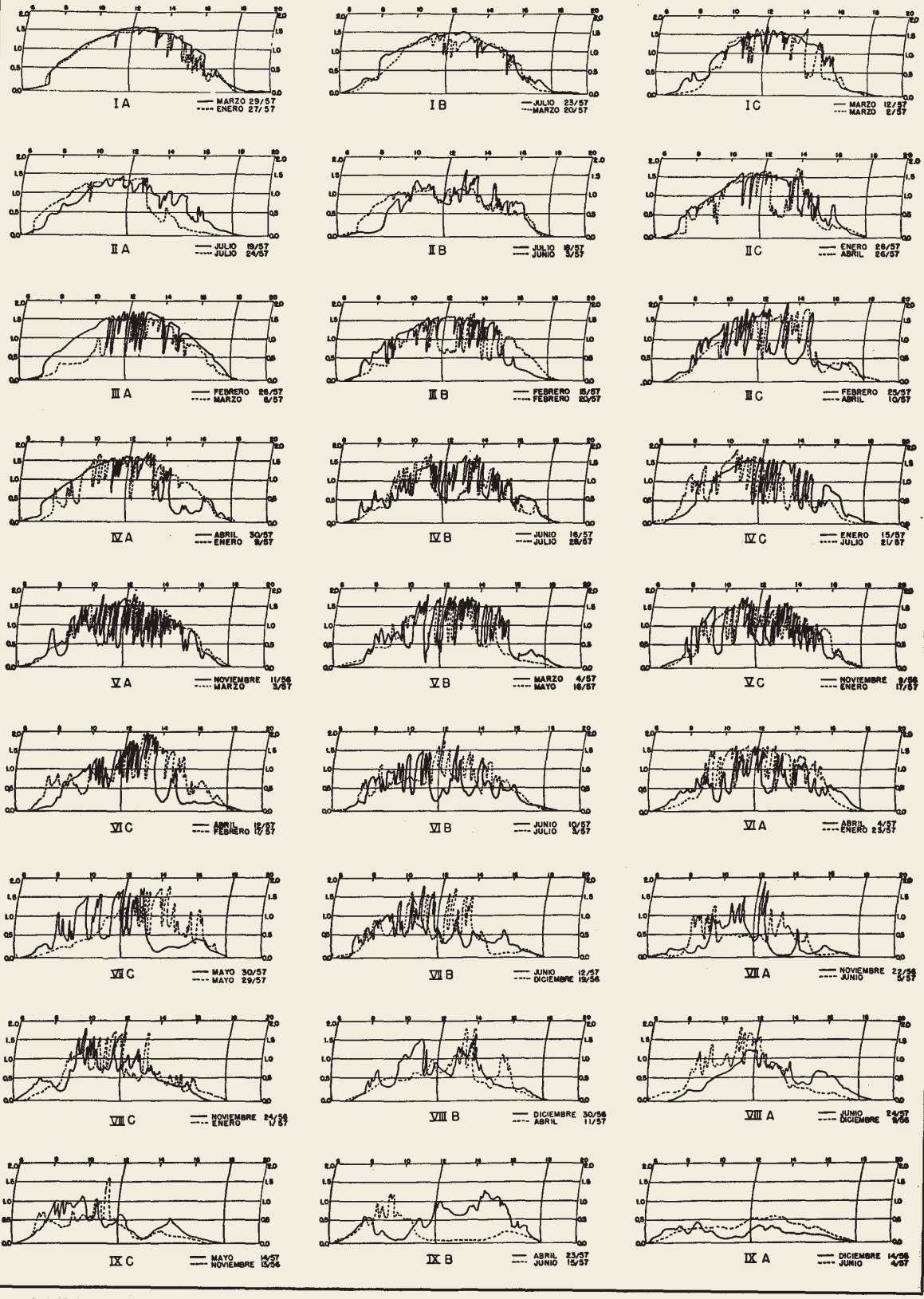
LIBANO (TOLIMA) PEQUEÑA CUENCA EN LA LADERA ORIENTAL DE LA CORD. CENTRAL A 1500 M.S.N.M



TIBACUY (CUNDINAMARCA) LADERA PENDIENTE HACIA EL SE, ALTURA A 1525 M.S.N.M

GRAFICO No. 10

REGISTROS TIPICOS DEL ACTINOGRAFO EN CHINCHINA DURANTE DIFERENTE TIEMPO REINANTE



La variación de la radiación diaria (fuente de energía para las circulaciones locales) se presentan en los registros actinográficos, de los cuales los diferentes tipos manifiestan la influencia de la nubosidad según el tiempo reinante, p. e. en Chinchiná (Gráf. 10) los registros I a III corresponden a días de buen tiempo y los VIII y IX para días nublados y lluviosos, mientras que los otros representan días con nubosidad variable. La cantidad calórica (gr. cal/min. cm^2) recibida por una superficie horizontal alcanza su máxima desde 9-10 horas hasta 15-16 horas en cielo despejado y durante tiempo nublado es inversa a la densidad de la nubosidad; estos registros reflejan bien el carácter del tiempo sobre cada lugar. Los valores altos durante el buen tiempo contrastan con los valores bajos durante días lluviosos, en los cuales disminuye la radiación a una quinta parte aproximadamente. Además, la forma de la curva registrada indica notablemente la variabilidad de la nubosidad.

La interpretación del ciclo diario de la precipitación (Gráf. 11) muestra claramente la influencia de las circulaciones locales y su relación con la ubicación topográfica del lugar. Como es sabido, se conoce una circulación diurna del valle hacia la montaña; cuando el aire asciende, forma las nubes de desarrollo vertical sobre las partes altas y las cimas. De allí se desprenden las precipitaciones y toman rumbo hacia el valle, con la corriente superior de regreso, cubriendo una franja hasta de una tercera parte de la altura relativa. El nivel del techo de estas nubes depende del grado de saturación del aire en el fondo del valle, donde el volumen empieza su movimiento de ascenso. Por esto, el techo se levanta en las horas de la mañana (nieblas de laderas que se levantan y se disuelven). Cuando las circulaciones alcanzan su pleno desarrollo, el nivel de la nubosidad se forma a determinada altura sobre el fondo de los valles (nivel de condensación), pero esta relación disminuye con el aumento de la altitud, observándose un nivel general algo inclinado hacia las cimas.

La distribución horaria relativa de la precipitación muestra una acumulación de la lluvia (cantidad, frecuencia, densidad e intensidad) en las horas de la tarde como lo indica notoriamente la estación de Restrepo. Tanto las sumas horarias anuales de la precipitación, como su combinación en intensidad (cantidad-duración) y frecuencia, presentan estas características. Aun mejor resalta este ciclo diario en la distribución porcentual del factor combinado durante los meses menos lluviosos (secos) como junio, julio y agosto durante los cuales la precipitación se debe principalmente al efecto de la circulación local diurna. La circulación contraria, la cual se desarrolla cuando el aire frío de la montaña fluye hacia el valle donde asciende, produce las lluvias predominantes de la noche (Quibdó, Bajo Calima) lo cual confirman también algunas observaciones generales (1). Según la distribución del "factor de combinación" se aprecian dos máximas las cuales se pueden interpretar como efecto producido por olas de aire frío. Después de la primera, las mismas precipitaciones ocasionan la estabilización posterior durante la cual cesa la pluviosidad, para revivir el proceso tres o cuatro horas más tarde. La importancia que tiene este fenómeno local en las sumas mensuales, especialmente en las zonas húmedas tropicales, se puede tomar en consideración comprobando los altos valores de lluvia durante los meses de junio, julio y agosto que se presentan en esta zona (Quibdó: junio 860, 1010, 960 mm. Bajo Calima: 640, 730, 710 mm. respectivamente) fuera del transcurso estacional normal. La zona intermedia, donde actúan ambas circulaciones locales, la diurna y la nocturna, se caracteriza por la mayor pluviosidad (8) y la distribución horaria relativa tiene dos máximas (Dosquebradas). Según la localización del lugar predomina el uno o el otro sistema de circulación, pero el nocturno se destaca generalmente más (7) por cuanto está reforzado por el levantamiento topográfico (estancamiento) al trasladarse las precipitaciones con la corriente superior desde el valle hacia la montaña (Chinchiná). La renovación de las circulaciones, tanto diurnas como nocturnas, se reconoce en las máximas secundarias; las precipitaciones en laderas entre las 8-9 horas corresponden al primer levantamiento del aire matinal al comienzo de las circulaciones diurnas, y las del mediodía se deben interpretar como las primeras de las precipitaciones diurnas.

Las circulaciones locales se manifiestan naturalmente, también, por los registros de los vientos superficiales y por su ciclo diario. Después de la calma matutina comienzan los vientos a ascender a lo largo del fondo de los valles (Talaufwind) para luego extenderse hacia las vertientes (Hangaufwind) y finalmente amplificarse el ascenso por todas las laderas lo cual se denomina viento del valle (Wagner). En las horas vespertinas, al cesar el calentamiento por la insolación, o cuando se cubre con nubes todo el valle, se observa un corto período de calma y luego el viento voltea a la dirección opuesta (vientos de la montaña), acompañado frecuentemente con ráfagas (olas de aire frío). Los vientos predominantes de todas las observaciones están de acuerdo con los correspondintes a las circulaciones locales (7); así se manifiesta en los promedios según el horario de las observaciones. En consecuencia, las circulaciones locales son características muy destacadas en todas las zonas húmedas montañosas donde predomina durante el año la inestabilidad de las masas de aire.

DATOS CLIMATOLOGICOS DE LAS ZONAS DE LA VERTIENTE COLOMBIANA DEL PACIFICO

Si ya es difícil la descripción detallada del clima de las regiones más pobladas de Colombia con base en datos relativamente completos, tal estudio se hace más difícil para la zona húmeda del Pacífico. Hasta el presente, toda la atención climatológica se concretó a reconocer tal región como una de las zonas más lluviosas del mundo, sin mayor preocupación por sentar las bases de observación indispensables para un estudio climatológico detallado, con lo cual se llegó al resultado de que el carácter climatológico excepcional de esta zona más bien sirvió de obstáculo que de aliciente para su estudio.

En las condiciones actuales, es difícil que por medio de una interpretación dinámica se pueda obtener una descripción completa; sin embargo, aprovechando los datos existentes y los de regiones adyacentes, se intentará destacar las zonas de necesidad inmediata para realizar observaciones meteorológicas, que permitan comprobar adecuadamente la interpretación preliminar.

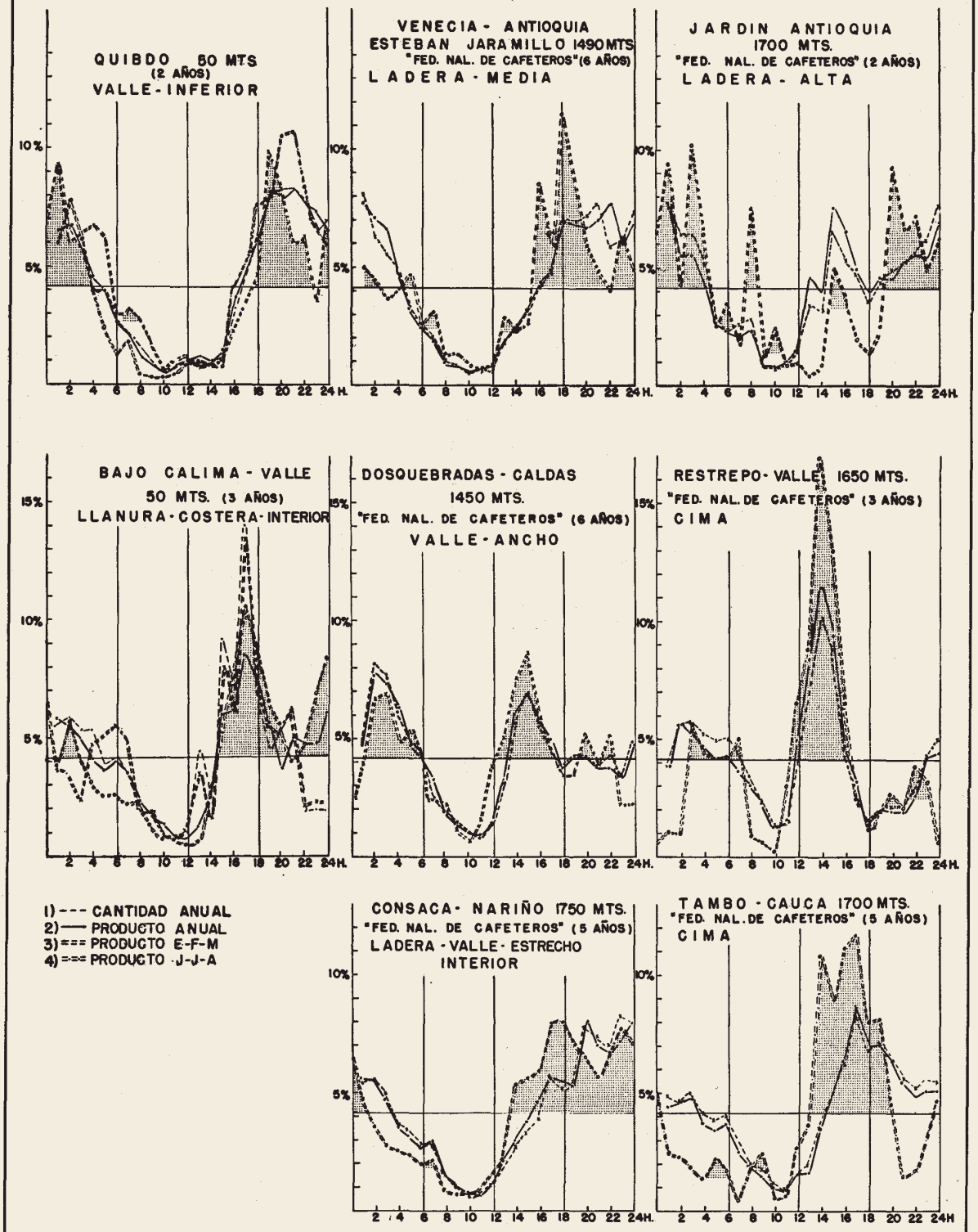
Para cualquier lugar de la región, los valores meteorológicos característicos dependen del carácter del tiempo reinante según su trascurso estacional y de las modificaciones locales. Del macrotiempo dependen las propiedades subjetivas de las masas de aire; y del cambio de ellas depende, también, la variación del carácter del

GRAFICO Nº 11

CICLO DIARIO DE LA PRECIPITACION

COSTADO OCCIDENTAL COLOMBIANO DESDE LA CORDILLERA CENTRAL

SEGUN EVALUACIONES HORARIAS



tiempo diario y hasta el carácter general de ciertos lapsos de tiempo diario semejantes. Es preciso encontrar las diferencias más notorias que se muestran en las variaciones de los tipos principales de tiempo (anticiclonal y ciclonal). Naturalmente, la adición de estas situaciones individuales con sus valores respectivos a sumas mensuales y anuales, y su promedio disminuye aparentemente las diferencias hasta que no se observan características estacionales marcadas en la mayoría de los elementos meteorológicos. Además, las propiedades características de las masas de aire que actúan en el desarrollo del tiempo no pueden diferenciarse en tal grado como en las latitudes medias, donde debido a la variación estacional de la radiación (posición solar) ocurren adicionalmente cambios más fuertes de las masas de aire advectivas (polares y tropicales). Sin embargo, es de gran importancia para el estudio del clima local y aún mundial la atención que se debe prestar a la zona de formación de las masas de aire tropicales y ecuatoriales.

Cada una de las masas que son transportadas por las corrientes generales tienen, según su definición y catalogación, características específicas en su contenido calórico y de humedad. Las masas ecuatoriales son calientes y se trasladan del Ecuador térmico hacia los subtrópicos, conservando su calor en toda la trayectoria; las masas subtropicales se presentan en todos los niveles más frescas; mientras que las denominaciones de marítimo y continental determinan el grado de saturación con vapor acuoso. También la disminución de la temperatura y de la altura del nivel de condensación varía de acuerdo con las características mencionadas de las diferentes masas de aire. La disminución altimétrica de la temperatura hasta alcanzar el nivel de condensación es de 1°C/100 m., nivel que cambia durante el día según la variación de la humedad de la superficie. A partir del nivel de condensación la disminución térmica altimétrica se reduce a 0,5°C/100 m. Estas dos condiciones determinan el nivel básico de la temperatura de cualquier lugar al cual se adiciona el calentamiento local según la radiación efectiva. En consecuencia, la disminución de la temperatura con la altura es más lenta en las zonas húmedas que en el interior (aire menos húmedo). La alta humedad del aire reduce también notoriamente la radiación general, según la ubicación del lugar respecto a la influencia de circulaciones locales. Esta reducción de las condiciones de radiación se refleja también en una oscilación muy pequeña de la temperatura alrededor de las medias anuales de 25 a 27°C a nivel del mar (Buenaventura, Tumaco) y un ligero aumento en el fondo de los valles del río Atrato y del San Juan a 26 a 28°C (Quibdó) y especialmente en las partes bajas de la cuenca del río Patía, debido al ligero aumento de la insolación que hace más calientes los valles que otras localidades de las mismas alturas, aun en las zonas húmedas. Además, la variación de las condiciones térmicas se muestra en una pequeña oscilación diaria (3 a 4°C) durante mal tiempo; y 8 a 10°C durante buen tiempo; esta oscilación es aun menor en lugares de vertientes debido a efectos topográficos locales. Tomando en cuenta estos puntos de vista (el macrotiempo y la modificación local) se pueden caracterizar con bastante precisión las condiciones térmicas de cada lugar), aun con mayor facilidad cuando se conocen por medición directa los gradientes térmicos para los diferentes tipos del tiempo y su transcurso anual.

El conocimiento del estado térmico exige la relación estrecha con la humedad del aire, de acuerdo con la relación física entre temperatura y humedad. La humedad relativa media anual en casi toda la zona es de más del 85%; y las mínimas de la tarde no bajan aun en los valles y durante buen tiempo a 45% (Chinchiná 30%) como se comprueba por los registros automáticos de Quibdó y del Bajo Calima (4). La característica más acentuada de las zonas húmedas es naturalmente su dependencia de la humedad absoluta (gr./m3) o de la tensión del vapor (mm. Hg.). La tensión del vapor muestra valores altos, especialmente en la zona costera y en el fondo de los valles con temperaturas anuales de 26 a 28°C y un promedio de la humedad relativa de 80 a 90%, al cual corresponde una tensión media de 22 a 24 mm. Hg. cuando más de 16 a 18 mm. se considera en las latitudes medias como sofocante para el hombre. Sin embargo, en los días lluviosos (frescos) con baja tensión del vapor (p. e. 20°C, 100%, 18 mm. Hg.), como en días de buen tiempo (33°C, 50%, 18 mm. Hg.) el habitante aclimatado no sufre el aire sofocante; además, una ligera circulación del aire reduce temporalmente también este efecto desagradable de las zonas húmedas. Por el contrario, en tiempos de nubosidad variable con temperaturas menores pero alta humedad (29°C, 75%, 22,9 mm. Hg.), especialmente al cubrirse el cielo con nubes translúcidas, el ambiente se hace extremadamente sofocante. La tensión del vapor disminuye con la altitud de acuerdo principalmente con la disminución de la temperatura, en tal forma que por encima de los 1000 m. desaparece el ambiente pesado apesar de la alta humedad relativa casi permanente.

Un buen índice de las características climáticas de cada lugar es el brillo solar, cuya duración manifiesta las condiciones locales y el tiempo reinante. Por la eliminación del efecto puro de la topografía, la pérdida variable por los alrededores durante las horas de la mañana y de la tarde, resulta la duración efectiva, la cual se determina teóricamente por un levantamiento topográfico del horizonte o empíricamente con base en observaciones de varios años. El conocimiento de este valor permite deducir la reducción real por acción de la nubosidad; sin embargo, las diferencias más notorias por la variación del macrotiempo y por la influencia de las circulaciones locales se obtienen simplemente por los datos comunes. La región del Bajo Calima (llanura costera interior) recibe aproximadamente sólo la mitad de la insolación que Palmira en el Valle del Cauca, conservándose el transcurso general del macrotiempo en ambas regiones. El aumento del brillo solar durante los meses de julio-agosto por la influencia anticiclonal resalta mejor por estos datos que por la distribución pluvial en la cual se observan sumas altas durante este período. Aunque las fluctuaciones de la duración porcentual del brillo solar son menores, estas representan más claramente la distribución generalizada según los datos pluviométricos. La relación altimétrica como influencia de las circulaciones diurnas también se refleja como puede verse en los datos de la tabla 1. En el corte geográfico Bajo Calima (40 m.) 1182 horas, Restrepo (1590 m.) 1815, Palmira (1080 m.) 2232, Calarcá (1500 m.) 1404, y Sevilla (1550 m.) 1326 horas, se reconoce la disminución de la duración del brillo solar debido a la presencia de la nubosidad diurna. Durante el período seco (junio, julio y agosto) los valores respectivos son: Bajo Calima 338, Restrepo 504, Palmira 592, Calarcá 406 y Sevilla 434 horas, de lo cual se concluye que la reducción del

brillo solar ocurre notablemente a partir del segundo tercio de altitud relativa (Cordillera Central, Vertiente Occidental fondo 1000 m., cimas generales 3.500-4.000 m., nivel de condensación 1800-2000 m.) cuyas nubes se extienden hacia el Valle hasta la zona de 1400 m.; en analogía en la Vertiente del Pacífico (nivel del mar, cimas 2200-2500 m., nivel de condensación 500-700 m.) la influencia de las nubes respecto a la disminución notoria del brillo solar alcanza hasta 150 a 200 m. Las propias cimas sufren durante tiempo anticiclonal una reducción menor, debido al carácter de la circulación diurna, cuya parte superior va dirigida hacia los valles, y al secamiento de las capas superiores de la atmósfera por efectos de subsidencia.

La reducción más frecuente se observa, también, de acuerdo con el ciclo diario de la precipitación, después del medio día, lo cual se confirma según la frecuencia media de horas sin sol (tabla Nº 2) donde se muestra

TABLA Nº 1 BRILLO SOLAR

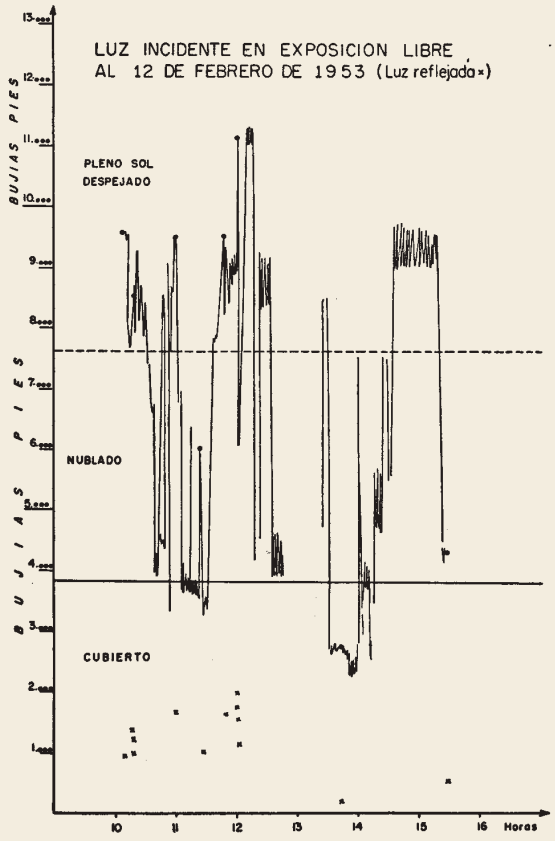
ESTACION	Lat.	Alt.	Mts.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Galerazamba	10°	47′	3	265	261	252	215	193	181	216	199	183	160	195	229	2549
Venecia	5°	55′	1450	192	184	183	132	170	194	228	232	166	112	141	154	2549
Jardín	5°	34′	1630	191	210	200	154	150	192	209	201	174	120	137	159	2097
Manizales	5°	04′	2150	194	180	156	140	133	147	195	172	137	99	135	137	1825
Chinchiná	4°	58′	1360	196	160	159	119	129	137	186	184	155	131	139	162	1857
Santa Rosa de Cabal	4°	51′	1470	167	155	148	134	117	145	162	151	146	116	144	157	1742
Calarcá	4°	31′	1500	141	126	114	96	100	123	146	137	115	83	100	123	1404
Sevilla	4°	17′	1550	119	106	102	88	95	124	148	162	130	72	85	95	1326
Bajo Calima	4°	00′	40	106	90	89	88	95	98	121	119	94	90	85	107	1182
Restrepo	3°	50′	1590	174	151	151	138	152	155	167	182	158	127	129	131	1815
Palmira	3°	32′	1080	205	196	188	166	169	182	203	207	184	170	172	190	2232
Popayán	2°	26′	1790	165	147	134	105	117	130	169	167	146	95	120	134	1629
Tambo	2°	36′	1750	165	160	136	133	101	163	186	183	139	117	131	169	1783
Consacá	1°	17′	1700	140	134	121	109	127	154	177	191	149	83	135	122	1642

que entre las 11 y las 14 horas aumenta la nubosidad local con alguna anticipación a la frecuencia de la precipitación, después de lo cual se despeja rápidamente el cielo. Esta nubosidad reduce la duración del brillo solar a la máxima de 6-8 horas diarias (Bajo Calima) también durante los períodos de buen tiempo. Sin embargo, ocasionalmente se presentan tardes con 5 horas de brillo solar, debido al despejamiento rápido por subsidencia en la atmósfera superior.

Sobre la reducción de la radiación y la variación de la distribución espectral causada por la absorción debida al alto grado de vapor de agua en la atmósfera, no existen todavía datos; pero por estimación y comparación con otras regiones (10), se puede suponer una reducción por efecto de nubes densas a menos de una quinta parte del valor correspondiente a cielo despejado (Gráf. 12) lo cual se confirma según observaciones fotométricas realizadas en Quibdó. La falta de observación de la radiación es muy lamentable y solo explicable por el costo y complicado manejo de estos aparatos, apesar de la gran importancia de este factor meteorológico sobre la vida en general por su influencia en todos los procesos biológicos.

La cantidad pluvial en las zonas tropicales y también en las húmedas no es estrictamente proporcional con el carácter del tiempo ciclonal (9). Los aguaceros, forma predominante de las lluvias tropicales, no siempre poseen sus intensidades más altas durante tiempo ciclonal, por cuanto el factor de las circulaciones locales es reducido por la falta de fuertes diferencias térmicas locales. Por esto, para una cabal interpretación de la precipitación se hacen necesarias otras características tales como la duración, la frecuencia, la intensidad, las horas de iniciación y el rumbo de las lluvias. La diferente distribución de estas características se muestra en el gráfico 13 con base en datos de Chinchiná. Evaluaciones de regis-

GRAFICO Nº 12



tros pluviográficos dan como valores básicos: la cantidad, la frecuencia (H) y la duración horaria y su cómputo las sumas mensuales y anuales correspondientes; de

estos se deducen algunas características pluviales como la densidad media (cantidad/frecuencia) y la intensidad (cantidad/duración). Por la multiplicación de intensidad por frecuencia (I x H) resulta un producto que combina los elementos básicos en una "cantidad calculada". El transcurso anual y el transcurso diario son en grandes rasgos el mismo para los elementos básicos y para el producto, pero varía considerablemente respecto a la densidad y a la intensidad. En el transcurso anual la máxima de la intensidad y de la densidad según la distribución porcentual, se observa en Chinchiná durante el mes de marzo (período de transición) disminuyendo durante los períodos lluviosos y secos; mientras que las otras épocas de transición se manifiestan solo por muy pequeñas máximas secundarias. Este hecho se puede interpretar como resultado de la mayor inestabilidad de las masas marítimas ecuatoriales así como de condiciones más favorables durante esta época para el desarrollo de circulaciones locales como lo indican los valores respectivos (tabla Nº 3), los cuales corresponden al ciclo característico de este lugar, según la cantidad horaria anual y la del producto (I x H) durante el período seco de los meses de enero, febrero y marzo.

TABLA Nº 2

Frecuencia mensual de horas sin sol y suma mensual del brillo solar para el mes de agosto, estación Restrepo:

HORAS RADIACION MAXIMA

HORAS	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
Frecuencia	12	5	21.2	21.1	17.9	14.8	16.2	20.8	20.7	18.1
Suma	9.9	16.2	3	2	4	4	3	2	2	5

TABLA Nº 3 Valores horarios para marzo en Chinchiná (promedio de 6 años)

HORAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Cantidad (m./m.)	15	23	23	19	15	9	8	6	3	1	8	5	12	4	7	3	8	14	7	7	13	14	4	8
Frecuencia	4	6	6	6	6	5	3	2	2	1	1	1	1	3	2	4	3	3	4	4	3	3	3	4
Duración (Horas)	4	4	5	5	6	4	3	2	2	1	1	1	1	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3

En la tabla siguiente (tabla 4) se aclara la distribución porcentual de los elementos pluviométricos básicos en la zona húmeda, los cuales quedan enmascarados al tomar en cuenta solo las sumas mensuales como transcurso del tiempo.

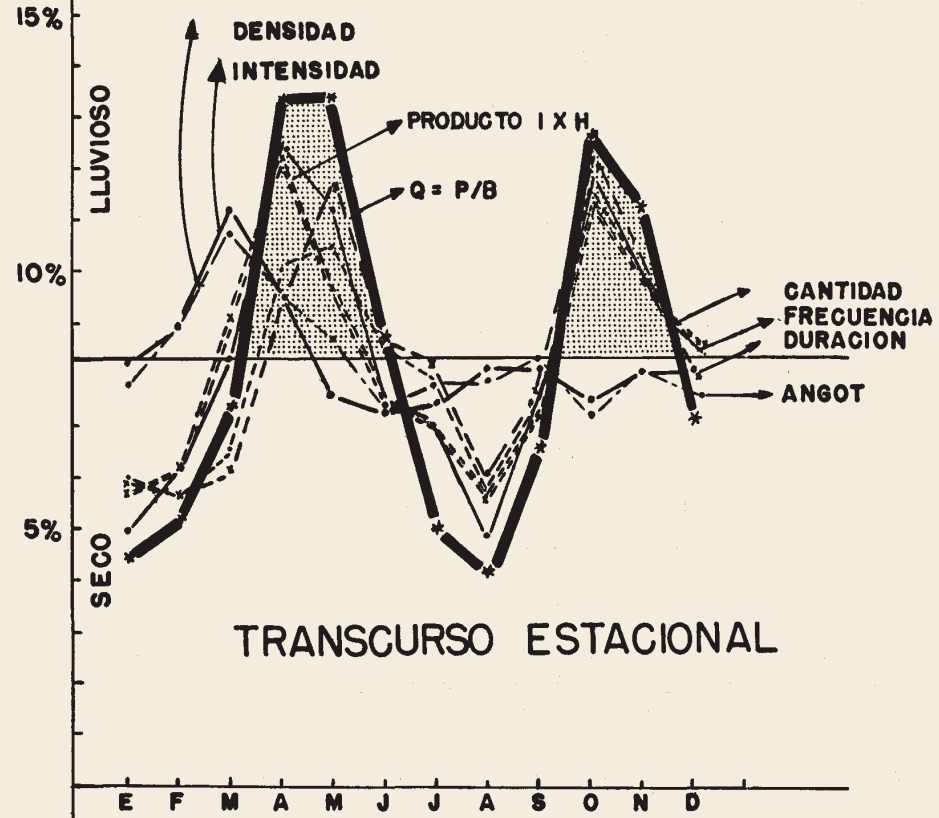
TABLA Nº 4 Distribución porcentual (%) anual de cantidad, frecuencia y duración horaria:

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	Ocbre.	Nov.	Dic.
ESTACION QUIBDO												
Cantidad (%)	8.4	7.4	4.7	7.1	6.8	11.3	13.2	12.3	7.3	8.4	6.5	8.4
Frecuencia	9.6	5.9	4.7	7.8	13.4	10.1	8.7	7.9	8.2	8.9	6.4	8.2
Duración	10.0	5.6	4.8	6.5	10.6	9.9	9.3	9.1	8.9	9.7	7.2	8.5
BAJO CALIMA												
Cantidad %	6.0	5.1	6.3	6.5	9.1	8.3	9.4	9.1	8.7	11.4	9.3	11.2
Frecuencia	7.6	5.3	6.0	6.3	9.5	7.9	10.4	9.7	9.1	10.5	9.2	8.5
Duración	6.3	4.8	5.3	5.7	10.4	10.3	9.0	10.4	9.6	10.1	8.3	9.8
RESTREPO												
Cantidad %	6.7	5.2	5.1	12.8	8.8	5.8	5.3	3.2	10.7	16.2	10.5	8.7
Frecuencia	7.2	5.8	6.4	9.4	9.8	7.4	6.9	5.5	7.1	13.8	11.4	9.2
Duración	6.6	5.7	6.0	10.8	8.8	7.3	6.5	4.8	6.8	14.0	12.7	10.1

Las cantidades excepcionales de julio y agosto en Quibdó, de alrededor de 1000 mm. mensuales, mostrarían que en esta época la distribución de la cantidad alcanza su máxima; pero esto no es así si se tiene en cuenta que la frecuencia y la duración de las precipitaciones disminuye notablemente. El ciclo diario de la intensidad muestra un aumento fuerte (máxima) entre las 17-19 horas, mientras que la cantidad aumenta entre las 20 y las 22 horas. El ciclo diario de todos los factores es tan marcado que no deja duda sobre la acción primordial de las circulaciones locales. En el Bajo Calima también se manifiesta un máximo secundario de la cantidad pluvial, en el mes de agosto, acompañado por valores altos de frecuencia y duración, pero la intensidad disminuye un poco. La máxima intensidad se registra a las 15-17 horas, lo cual se debe atribuir a la acción de la circulación local, tomando en cuenta el valor alto del brillo solar en este mes. En Restrepo la intensidad máxima se observa durante el mes de septiembre, cuando la duración del brillo solar es un poco reducida. La máxima in-

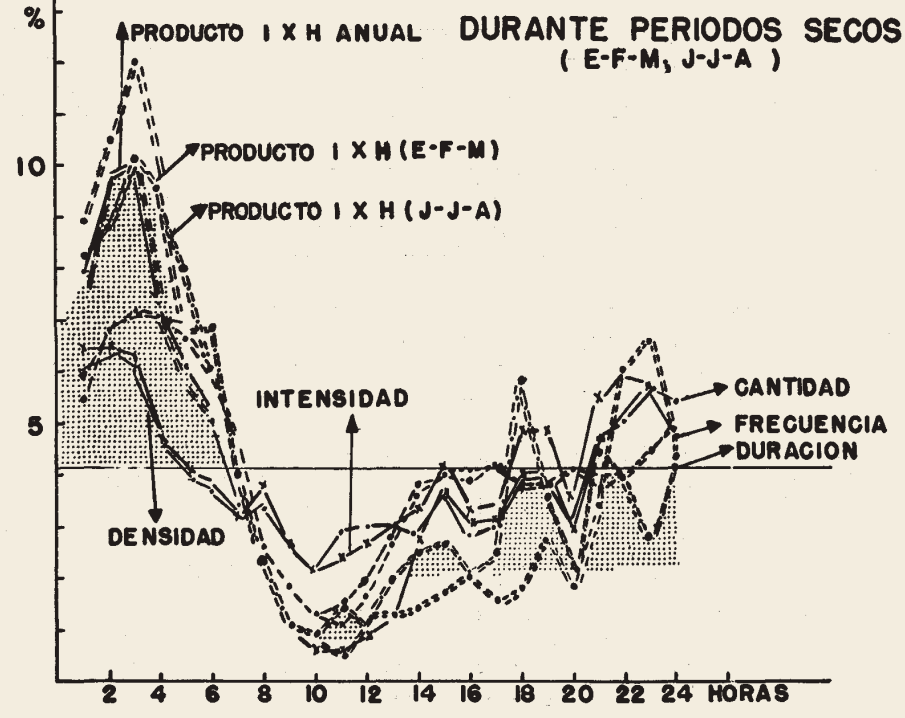
GRAFICO Nº 13

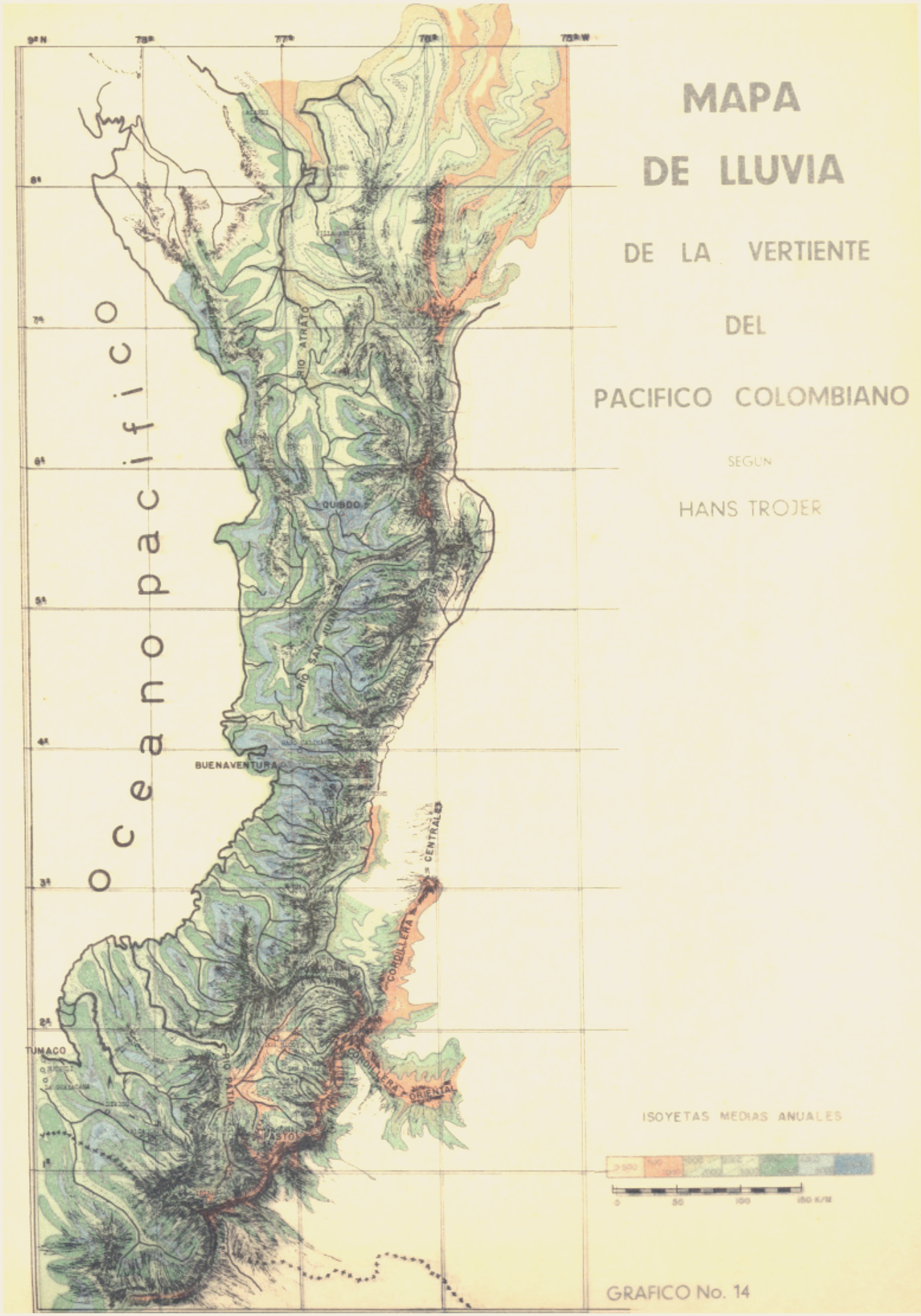
DISTRIBUCION PORCIENTUAL
DE ALGUNAS CARACTERISTICAS PLUVIALES
CHINCHINA
(SEGUN EVALUACIONES HORARIAS DE 6 AÑOS)



TRANSCURSO ESTACIONAL

DIARIO ANUAL Y DURANTE PERIODOS SECOS
(E-F-M, J-J-A)




MAPA
DE LLUVIA
DE LA VERTIENTE
DEL
PACIFICO COLOMBIANO
SEGUN
HANS TROJER
Oceano pacifico
RIO ATRATO
QUIBDO
RIO SAN JUAN
CORDILLERA OCCIDENTAL
BUENAVENTURA
CORDILLERA CENTRAL
CORDILLERA ORIENTAL
TUMACO
RIO PATIA
PASTO
ISOYETAS MEDIAS ANUALES
0
50
100
150 K/M
GRAFICO No. 14

tensidad pluvial diaria se presenta entre las 13 y las 15 horas, lo cual también está de acuerdo con el desarrollo diurno de la circulación local para esta estación. En consecuencia, por un análisis detallado se obtiene una mejor interpretación de la distribución pluvial y la explicación de sus grandes diferencias a corta distancia. Además, esta interpretación global constituye una ayuda útil para el cotejo de los datos pluviométricos, los cuales a veces se ponen precipitadamente en duda por algunas pocas irregularidades encontradas.

Si se emplea la distribución porcentual para el estudio del transcurso de los elementos, eliminando hasta el máximo la influencia permanente de la topografía, pues la distribución geográfica de los valores anuales hace resaltar en primer lugar el efecto topográfico, apesar que el transcurso predominante del macrotiempo no se puede separar en este caso, es necesario proceder a una división por zonas en las cuales varíe poco el macrotiempo correspondiente, lo cual conduce a la agrupación siguiente (tabla 5).

TABLA Nº 5 Precipitación pluvial anual en diferentes zonas:

LUGAR	ALTURA APROXIMADA	LLUVIA ANUAL
ZONA NORTE		
Turbo	2 Mts.	1.952 m.m.
Villa Arteaga	170 "	5.055 "
Dabeiba	1.350 "	1.564 "
Mutis	5 "	5.547 "
Quibdó	40 "	9.676 "
ZONA CENTRAL		
Buenaventura	8 Mts.	9.676 m.m.
Bajo Calima	40 "	7.907 "
Dagua	1.000 "	5.765 "
Anchicayá	1.200 "	5.091 "
Calima	1.500 "	962 "
La Cumbre	1.580 "	1.274 "
Restrepo	1.670 "	1.233 "
ZONA SUR		
Tumaco	3 Mts.	2.887 m.m.
Buchelli	30 "	2.330 "
La Guayana	380 "	4.855 "
Diviso	800 "	4.801 "
Altaquer	1.070 "	3.774 "
Ricaurte	1.550 "	3.474 "
Pasto	2.590 "	984 "
Ipiales	2.890 "	788 "

La distribución de la lluvia muestra inequívocamente el régimen diferente de las zonas norte, central y sur; además, la influencia de la topografía se observa en cualquiera de las zonas anteriores, en la relación de la cantidad pluvial anual con la altura. En todos los casos la precipitación es menos en las cimas de las montañas (Calima-Madroñal 962 mm. 1.500 mts.; Restrepo 1.233 mm., 1670 mts.; Pasto 885 mm. 2.590 mts.); en los fondos de los valles y en la costa (Córdoba 4.865 mm., 50 mts.; Dos Ríos-Patía 698 mm., 600 mts., Tumaco 2.887 mm. 3 mts.) que en las laderas donde actúan ambas circulaciones locales, la diurna y la nocturna. Las precipitaciones son diurnas en las partes altas, y preferiblemente nocturnas en las partes bajas.

Por configuraciones especiales del relieve se explican algunos casos de diferencias pluviales notorias a corta distancia (5 a 10 km.) como en Quibdó: Ciudad 8.449 mm. Aeropuerto 7.323 mm. y el Aguillón 9.676 mm.

En este sentido vale indicar que, observando varios registros pluviales, se encuentran formas típicas que se repiten en la misma estación o en diferentes estaciones, y que permite suponer también causas semejantes a las que las originaron. La deducción inversa, el conocimiento de las condiciones atmosféricas completas y su relación con la configuración topográfica, da las características del tiempo y de sus manifestaciones pluviales (forma de iniciación, distribución de las intensidades, duración aproximada); debido al desarrollo de estos procesos y a su obligatoria inversión, se facilita la localización más precisa de su radio de acción y el rumbo del desplazamiento.

Con base en las consideraciones anteriores sobre la actividad y el engranaje de los diferentes procesos en la atmósfera dinámica queda pendiente para la ampliación de interpretaciones generalizadas el concepto general de que a acciones semejantes resultan reacciones semejantes. Estas bases permiten realizar una interpretación preliminar, en escala conveniente, de la distribución geográfica de la precipitación pluvial (mapa de lluvia, (Gráf. 14) de la vertiente del Pacífico de Colombia, a pesar de que las observaciones disponibles son relativamente pocas (unas 80). También la discontinuidad de la observación durante diferentes años presenta sus

dificultades, pero más bien cuando se trate de elaborar mapas mensuales o más detallados a escala mayor.

En situaciones semejantes de altura y de configuración topográfica se nota un aumento de las cantidades pluviales anuales como también del número de días lluviosos desde los extremos norte y sur hacia la zona central (3° a 5° de latitud N) puesto que esta zona permanece aun influenciada por las vagüadas de las perturbaciones cuando estas se hallan aun en sus posiciones extremas, Norte o Sur. Por lo tanto, la actividad pluvial en la zona central es excepcional, pues el estancamiento de las corrientes generales, la convergencia por la topografía y el buen desarrollo de las circulaciones locales, refuerzan gradualmente la intensidad de la lluvia de acuerdo con las perturbaciones correlacionadas con la ITC. Estas condiciones se pueden suponer óptimas en el segundo tercio de altura relativa de las laderas (entre 50 a 1.000 mts.). Según los datos pluviométricos, se observan más de 5.000 mm. anuales en las siguientes estaciones: Villa Arteaga 5.055 mm. alt., 170 mts.; Quibdó 8.449 mm. 40 mts.; Itsmina 9.333 mm. 60 mts.; Andagoya 6.784 mm. 40 mts.; Bajo Calima 6.921 mm. 40 mts.; Dagua 5.765 mm. 800 mts.; Anchicayá 5.091 mm. 1.000 mts.; El Diviso 4.801 mm. 800 mts.

Como el efecto de estancamiento es débil en las partes bajas y el contenido de agua en la atmósfera es mayor, y en contraste, en las partes altas es menor el contenido de agua pero el efecto de estancamiento es mayor, las cantidades de lluvia en estos niveles son casi iguales. Sin embargo, al estudiar las características completas (5) de su régimen (duración, intensidad, horas de iniciación, horas de mayor frecuencia, etc.) podrán diferenciarse zonas con las mismas características, fácilmente relacionables como manifestaciones conjuntas del mismo tiempo reinante.

DEFINICION CLIMATOLOGICA DE LAS ZONAS HUMEDAS

Los datos de cantidad, distribución y número de días lluviosos no siempre son tan indicativos de las características climatológicas de una región, como su relación conjunta y más detallada según las manifestaciones completas del tiempo; es decir, por medio de una verdadera interpretación dinámica.

Esta interpretación promete, tal vez, una mejor definición climática del concepto de las zonas húmedas tropicales, que los cuocientes o definiciones acostumbrados, los cuales en todo caso tienen que considerar también el transcurso meteorológico, indicando la presencia permanente o temporal de períodos húmedos. Así, se pueden considerar como períodos super-húmedos solo las épocas en las cuales predomina notoriamente el tiempo lluvioso con todas sus manifestaciones características. Para presentar el grado del tiempo lluvioso se puede aplicar un cuociente ya experimentado (11) para relaciones entre la acción climática y la reacción de la vegetación, según la combinación de los valores de precipitación y de la duración del brillo solar (P/B).

Este cuociente que puede aplicarse a sumas anuales, mensuales o a cualquier período del mismo carácter del tiempo, indica, por lo tanto, el estado promedio y también el transcurso de los diversos períodos estacionales. Se correlacionan en esta forma dos elementos muy importantes con transcurso propio muy marcado, y sus valores reflejan muy bien la influencia de las variaciones locales. La ventaja esencial del cuociente P/B está en su mejor expresión de la efectividad de la precipitación de acuerdo con el efecto de la radiación (brillo solar): un mes con alta cantidad pluvial, pero al mismo tiempo con una duración media del brillo solar, da un cuociente bajo y es en su efectividad respecto al suelo y a la planta muy diferente a un mes con igual cantidad pluvial y poco brillo solar (cuociente alto). Cuanto más alto es el cuociente, más húmedo es el período. Como ejemplo de una diferenciación por el cuociente se pueden mostrar los siguientes datos: Galerazamba — Bolívar — Costa Atlántica, representa un cuociente de 0.40; para Chinchiná, Caldas en la zona cafetera, el cuociente es de 1.43; en el Bajo Calima — Valle — zona húmeda del Pacífico, es de 5.83. Si el cuociente es durante todo el año muy alto (mayor de 2.5) es decir, cuando la duración del brillo solar es solo ¼ del valor de la cantidad pluvial, indica que en cualquier zona la reducida insolación no alcanza a secar el suelo y el aire, presentando tales regiones las características especiales de tierras húmedas. Esta definición preliminar incluye también las zonas de alturas elevadas donde la precipitación es menor pero también la insolación es muy pequeña debido a la frecuente nubosidad que obliga a determinar estas regiones también como húmedas, como lo demuestra la vegetación (zonas altas). En cuanto a las zonas húmedas causadas por inundaciones temporales donde el aire adyacente a la zona inundada acumula bastante vapor acuoso que se traduce en frecuente nubosidad local, y reduce notoriamente la duración del brillo solar, por lo cual se aumenta de esta manera el cuociente, es necesario realizar observaciones especiales que permitan averiguar hasta qué límite la expresión del cuociente las caracteriza. En este sentido, vale la pena comparar las diferentes clasificaciones conocidas y el cuociente P/B con la clasificación ecológica.

RESUMEN

Partiendo de los conocimientos generales de la Meteorología y de la descripción de los fenómenos básicos del desarrollo del tiempo reinante en el trópico, se puede demostrar que las condiciones meteorológicas en las zonas tropicales húmedas, son apenas una variación especial de los fenómenos comunes debido a excepciones en la combinación de los factores básicos que determinan el tiempo en cualquier momento y para cualquier lugar.

Estos factores son: A) El macrotiempo, la situación momentánea de los centros de presión atmosférica (posición del sistema intertropical de circulación y de la ITC) que determinan la dirección de la translación horizontal, la estructura de las masas de aire y la evolución de los efectos hidrodinámicos.

A.—a) Fenómenos locales producidos por la topografía según el macrotiempo.

B) Sistemas locales de circulación recíproca debidos a diferencias térmicas locales.

Estos factores generales son excepcionales en las zonas húmedas tropicales y las propiedades típicas de las masas de aire (inestabilidad vertical) a lo cual se adicionan los fuertes efectos de estancamiento y también las condiciones favorables para la evolución de las circulaciones locales por la gran inestabilidad de las masas, determi-

nan las características propias de estas regiones. Las masas de aire ecuatorial del Pacífico presentan tales circunstancias y según la distribución bárica son movilizadas por la corriente general hacia los subtrópicos, donde convergen a lo largo de la ITC con masas subtropicales más frescas pero menos húmedas debido a su translado de norte a sur.

En la línea de convergencia se forman centros parciales de baja presión, los cuales dan origen al tiempo ciclonal con fuerte reacción en las manifestaciones meteorológicas, debido a que las pequeñas diferencias térmicas y a la alta humedad del aire producen las condensación de enormes cantidades de vapor acuoso.

Las condiciones especiales de la topografía que favorecen los efectos de estancamiento y del desarrollo de circulaciones locales, aumenta la pluviosidad y prolongan las lluvias a días de transición en lugares determinados, cubriendo franjas de unos 5 a 10 km. tal como se localizan en el mapa de lluvia. Durante la influencia de las zonas anticiclonales tampoco se presentan precipitaciones en estas regiones como confirman las observaciones de Tumaco donde se presenta en período seco de dos semanas (1): sólo se observa la formación de nubes de ciclo diario sobre los focos regionales principales. Así se explican las diferencias locales de la cantidad pluvial a pocos kilómetros, las cuales sobresalen en determinados lugares debido a la permanente y más frecuente acción de las relaciones entre la topografía y el desarrollo del tiempo.

El transcurso del tiempo reinante (tiempos lluviosos y secos) están inequivocadamente correlacionado con el translado cíclico del sistema de circulación intertropical a través del año, en su movimiento casi sincronizado con el del sol.

La ITC no se presenta como una línea o franja fija, como se supone en el sentido climatológico según el concepto de los Alisios, sino que está en permanente movilización por el dinamismo de los procesos atmosféricos y se observa una continua destrucción y rejuvenecimiento de sus perturbaciones atmosféricas en la misma forma como ocurren realmente los cambios diarios del tiempo, aún durante los períodos de mayor actividad pluvial.

A principio del año la época lluviosa se presenta en el sur del territorio Costero del Pacífico y el carácter ciclonal del tiempo avanza paulatinamente hacia el norte, alcanzando en promedio la latitud de Buenaventura hacia finales de Abril y principios de Mayo, para manifestarse plenamente en la parte norte de la zona hacia mediados del año. En septiembre comienza su regreso hacia el sur, haciéndose más agudo hacia octubre y noviembre. De año en año pueden observarse modificaciones en la duración e intensidad de las épocas ciclonales y anticiclonales, según la posición variada de todo sistema de circulación tropical. Si durante un año, o parte de él, este sistema se encuentra relativamente en posición septentrional, este lapso se presenta menos lluvioso debido a la influencia que ejerce la zona de alta presión de cinturón meridional avanzado con sus cuñas sobre el territorio colombiano.

Los valores climatológicos correspondientes a las zonas húmedas del Pacífico son: Temperaturas medias anuales de 25 a 27° en la costa, y algo más altas (27-29°) en los bajos de los valles debido al aumento de insolación en estas zonas. En general la disminución de la temperatura con la altura desde 0.5 a 0.6°C/100 m. aproximadamente. La oscilación diaria es muy pequeña y aún mayor en los valles que en las laderas (6 a 8°C y 4 a 6°C) respectivamente durante buen tiempo): humedad relativa media en toda la zona oscila entre 80 y 90%, la tensión del vapor se eleva de 22 a 24 mm./Hg, lo cual hace sufrir al hombre por el ambiente sofocante: también la duración del brillo solar se reduce a máximos de 6 a 8 horas (valles) como consecuencia de la frecuente formación de nubes de ciclo diurno, pero sin embargo se presentan tardes despejadas con 5 horas de brillo solar después de una mañana lluviosa.

La distribución pluvial (ver mapa de lluvia) muestra el régimen diferente de las zonas Norte, Central y Sur: además de la influencia de la topografía, se observa en cualquiera de las zonas anteriores la relación de la cantidad pluvial anual con la altura. En todos los casos la precipitación es menor en las cimas de las montañas, en los fondos de los valles y en la costa, que en las laderas donde actúan ambas circulaciones locales, la diurna y la nocturna. Para el estudio de las características completas del régimen pluvial se requieren datos sobre duración, intensidad, horas de iniciación y horas de mayor frecuencia para diferenciar las zonas con características semejantes, fácilmente relacionables como manifestaciones conjuntas de todos los elementos del mismo tiempo reinante.

Vale la pena intentar una clasificación de las zonas húmedas por medio del cuociente P/B (precipitación, brillo solar) y su relación con la vegetación, pues así se combinan dos elementos meteorológicos importantes de los cuales cada uno representa en cierto grado el tiempo reinante, como se nota por ejemplo, con los valores de Galerazamba (Costa Atlántica) que tiene un cuociente de 0.40: la zona Cafetera (Chinchiná) con 1.43 y el bajo Calima en la zona húmeda del Pacífico con 5.83, de lo cual se deduce que los meses con un cuociente mayor de 2.5 son húmedos. También, se puede esperar que debido a la reducción de la duración del brillo solar a causa del aumento de la nubosidad local, los valores del cuociente reflejarán las características de las zonas frecuentemente inundables.

SUMMARY

According to the general knowledge on meteorology and the descriptions of the basic phenomena on the development of the weather types in the tropics, the meteorological conditions in humid tropical zones are only a special variation of the ordinary phenomena. These are due to exceptions of the combination of the basic factors which determine the weather in any time and at any place.

These factors are: A) The general weather situation, the momentary situation of the centre of the atmospheric pressure (position of the intertropical system of circulation and the ITC) which determine the direction of the horizontal shifting as well as the structure of the respective air masses and the development of the hydrodynamical effects.

A.—a) The local phenomena produced by the topography according to the general weather.

B) The local circulation systems due to local thermic differences with daily periodical changes.

These factors are exceptional in the humid tropical zones. The typical characteristics of air masses (vertical instability) to which are to be added strong stammings effects and favorable conditions for the development of the local circulations in consequence of strong instability of the air masses, determine the characteristics of these regions. The equatorial air masses from the Pacific possess such conditions and are shifted with the general current to the subtropics, in accordance with the baric distribution where they meet with subtropical air masses along the ITC, which are fresh but less humid as the result of its shifting direction from north to south.

Partial centres of low pressure form themselves in the convergence line and originate the ciclonal weather with strong reactions on the meteorological manifestations. This occurs in spite of the little horizontal differences of temperature but with a high moisture content the vertical movements cause a condensation and precipitation of enormous quantities of water.

These special topographic conditions facilitate the stamming effects and therefore the evolution of local circulations. Both increase the quantity of precipitations and multiply the frequence in determinate places during days of transitional weather and cover zones of 5 to 10 km. as may be seen in the rainfall map. During the influence of anticiclonal weather also in these regions occur dry periods, as confermed from data from Tumaco registering periods of even two weeks without precipitations (1). However, cloud formations are observed above special regional focuses having a determinate daily cicle. This explains the very local differences of the rainfall distribution within a few kilometres only, which is being accentuated in the yearly rain sums of determinate places in consequence of permanent and frequent influences of the topography on the sequences of the weather.

The sequence of weather (rain weather and dry weather season) is doubtless correlated with the annual shifting cycle of the intertropical circulation system. These movements are almost synchronized with those of the sun position.

The Intertropical Convergence Line —ITC— is not fixed in form of a line or a belt as being supposed in the climatological conception of the trade-wind-belts, but is permanently moving by reason of the dynamic of the processes in the atmosphere. This fact is perceptible through the continous destructions and renovals occuring in the atmospheric perturbations just as they occur during daily weather changes also during the strongest rain periods.

The rainy season may be observed at the beginning of the year in the southern Pacific coast and the cyclonal weather advances by degrees towards north reaching Buenaventura latitude at about the end of April or at the beginning of May. In the middle of the year it reaches a complete development in the northern part of this zone. During September the rainy season begins to return towards south, being generally accentuated during Octuber and November. From year to year modifications are being observed in respect to the duration and intensity of the cyclonal and anticyclonal periods, according to the changed position of the tropical circulation system. When during a year or part of it the ITC with all the intertropical system is established in his relatively northern position, then this period is less rainy because the colombian territory is under the influence of the zone of the southern high pressure belt.

The climatological values of the humid zones of the Pacific coast are the following: annual mean values of temperature 25 to 27° C in the coast and a little higher, 27-29° C, in the low land of the valleys, due to the increase of insolation in this regions. Generally the decrease of temperature with the altitude is approximately 0,5 to 0,6° C/100 m. The daily oscillation is very small but still a little more accentuated in the valleys than on the slopes (during fine weather 6-8° C and 4-6° C respectively). The mean weather values of relative humidity in the entire zone is between 80 and 90%; the vapor tension reach in the mean values fron 22 to 24 mm. Hg. and these weather conditions produce in human beings a feeling of sultry oppression. The duration of sunshine decrease on a maximum of 6 to 8 hours (in the valleys) due to the frequent formation of clouds with a diurnal cicle. But after mornings with rainfalls, followed by sudden clearings at noon time, cloudless afternoons with up to 5 hours of sunshine occur.

The distribution of precipitations (see rain map) shows the difference between the north, central and south part of the region. There may also be observed the topographical influence in this relation on the annual pluvial quantity with the altitude in each region. In any case the precipitation is always lower at the summit of the mountains, in the valleys and on the shores than on the slopes where the diurnal and the nocturnal system of local circulation is active. For a complete study of the characteristics of the precipitation would be therefore necesary data on duration, intensity, hours of initiation, and frequency in the different zones having the same characteristics. These data would make it possible to relate the common manifestations in all the meteorological elements during the same general weather situations.

It would be interesting to check a classification of the humid zones according to the quotient P/B (precipitation-Sunshine duration) and its relation to the vegetation. This quotient uses two important meteorological elements where each represent to certain degrees the predominant weather. This can be recognized in the following examples: Galerazamba (Atlantic Coast) with a quotient 0,40; the Coffee Zone (Chinchiná Caldas) 1,43 and Bajo Calima in the humid zone of the Pacific 5,83. In consequence humid months have a quotient higher than 2,5. Besides it could be possible that the decrease of sunshine duration due to local cloud formations above zones of frequent inundations are also shown through the values of this quotient.

BIBLIOGRAFIA

(1) CASTRO TORRIJOS R.: Chocó — Colombia. Mimeografiado Contraloría General del Chocó. (Simposio de las tierras Húmedas Tropicales; Quibdó 1958).

(2) HANN J.: Handbuch der Klimatologie. I. Teil Klima der Tropenzone. Stutgart; Verlag von ENGELHORN, 1910.

(3) KÖPPEN W. GEIGER R.: Handbuch der Klimatologie. Bd. II. Teil: Klimakunde Von Südamerika. Berlín, Verlag Gebrüder Borntraeger 1930.

(4) PATIÑO V.: Presentación del Calima. Publicaciones de Secretaría de Agricultura del Valle; Cali 1946.

(5) PEREZ ARBELAEZ E.: Recursos naturales en Colombia: Capítulo Clima, Cita H. Trojer, Bogotá, Banco de la República 1954.

(6) TROJER H.: Ein Beitrag zu einer dinamischen Klimatologie, Publicaciones del Observatorio del Ebro, Tortosa, España 1949.

(7) TROJER H.: El tiempo reinante en Colombia, Boletín Técnico Federación Nal. de Cafeteros, Vol. II-13, 1954.

(8) TROJER H.: El ambiente climatológico y el cultivo del café en Colombia, Bol. Inf. Centro Nal. de Inv. de Café, Vol. V, Nº 57, 1954.

(9) TROJER H.: Nuevo rumbo en la Climatología Tropical y su importancia en las Ciencias del suelo. Bol. Inf. Centro Nal. de Inv. de Café, Vol. VI.

(10) TROJER H.: Distribución horizontal de luminosidad en un cafetal y en almácigos. Boletín Informativo Vol. IV Nº 45, Centro Nal. de Investigaciones de Café, 1953.

(11) TROJER H.: Investigación Agroclimatológica para el cultivo del Café en Colombia. Bol. Inf. Nº 75, 1956.

(12) TROJER H.: Informe Técnico del Plan Lilienthal: Parte de Meteorología, Archivo Corporación Autónoma del Valle del Cauca, 1956.

(13) WEST ROBERT C.: The Pacific Lowlands of Colombia. Lousina State University Studies Nº 8, 1957.

(14) ANUARIOS: Contraloría de la República, Anuario general de estadística 1949-1950-1951.
Ministerio de Agricultura, Anuarios Meteorológicos 1937-1954.

Instituto Nal. de Aprovechamiento de Aguas y Fomento Eléctrico y Secretaría de Agricultura del Valle, Bol. Hidrológico, 1949-1952.

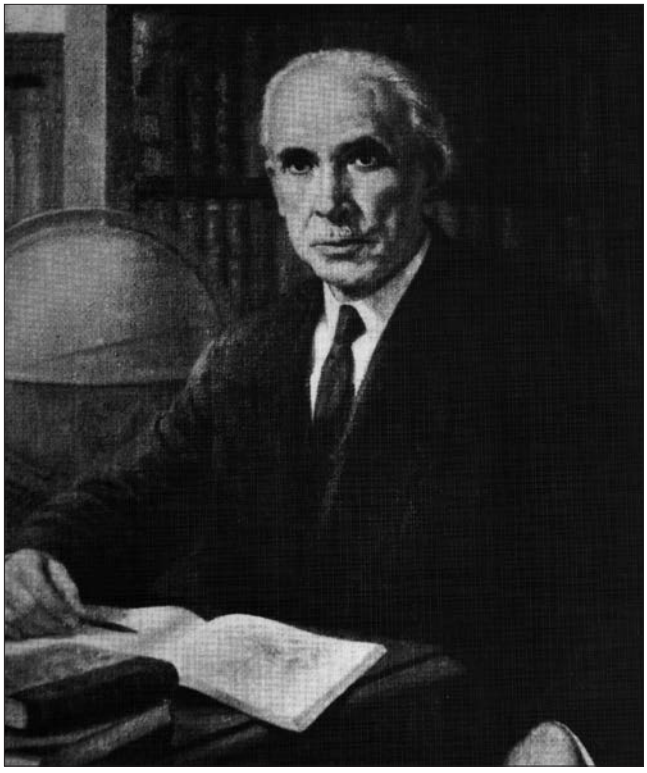
Federación de Cafeteros, Anuarios Meteorológicos, 1951-1957.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):491-515, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.584

Contribución a la meteorología colombiana

Jorge Alvarez Lleras

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1938, 2 (6): 207-226.



Este artículo es una versión de la publicación que el ingeniero Álvarez Lleras como "Encargado del Servicio Meteorológico del Observatorio Nacional, Colombia" había presentado en el Segundo Congreso Científico Panamericano, realizado en Washington en 1916, la cual quedo publicada en 1917 en los "Proceedings of the Second Scientific Pan American Congress". Tanto esta publicación como la versión que aquí se reproduce, publicada en 1938 en el volumen 2 de la revista de la Academia, son de gran valor porque detallan el desarrollo histórico de la meteorología en el país desde comienzos del siglo XIX hasta comienzos del XX, resumen, además, el avance del conocimiento del clima nacional y señalan las preocupaciones y los temas de discusión de comienzos del siglo XX en nuestro medio. Igualmente, ella muestra evidencia de la existencia de observaciones y mediciones meteorológicas en distintos lugares del país desde finales del siglo XIX. Tales publicaciones representan, además, un hito en el desarrollo histórico del país por su papel en el establecimiento del Servicio Meteorológico Nacional en 1916.

José Daniel Pabón, Ph.D.
Miembro de Número

Jorge Alvarez Lleras (1885-1952)

Nació en 1885 en Bogotá. Se formó en el Colegio Nacional de San Bartolomé donde se graduó de bachiller en 1901; estudió en la Universidad Nacional de Colombia y obtuvo el título de Ingeniero Civil en 1906. Se destacó como ingeniero en el diseño y construcción de obras trascendentales para el país; fue docente de la Universidad de Nariño y de la Universidad Nacional de Colombia; desempeñó con altura diversos cargos en la administración pública. Fue director del Observatorio Astronómico Nacional y del Observatorio Meteorológico Nacional, así como fundador y primer presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (oficializada en 1933). Además, creó la revista de la Academia, miembro muy activo de la Sociedad Geográfica de Colombia de la cual fue su también su presidente en 1925. Se destacó además por su trascendental contribución al desarrollo de la meteorología en Colombia, la cual inició en el año 1914 al vincularse como Ingeniero Auxiliar de Julio Garavito Armero, director entonces del Observatorio Astronómico Nacional y con quien elaboró una propuesta para establecer el servicio meteorológico, la cual expuso en la sesión de "Astronomía, Meteorología y Sismología" del Segundo Congreso Científico Panamericano reunido en Washington (diciembre 1915 - enero 1916); dicha propuesta impulsó el Decreto 74 de 1916 que creó el Servicio Meteorológico Nacional, del cual fue su director en 1918. Un año después viajó a Europa y a Estados Unidos con la misión de conocer los desarrollos en los servicios meteorológicos y de adquirir instrumentos. A su regreso, el Observatorio Astronómico Nacional y el Servicio Meteorológico Nacional estaban a cargo del sacerdote Simón Sarasola. Ocupó diversos cargos públicos relacionados con las obras civiles. En 1928 viajó de nuevo a Estados Unidos y retornó en 1930, año en el que se le nombró director del Observatorio Astronómico Nacional, cargo que ocupó hasta 1949.
Información biográfica suplementaria: http://www.accefyn.org.co/sp/academicos/Silla_2_Jorge_Alvarez_Lleras.htm

CONTRIBUCION A LA METEOROLOGIA COLOMBIANA

ESTUDIO TOMADO DE LOS ANALES DEL SEGUNDO CONGRESO CIENTIFICO PANAMERICANO DE WASHINGTON.

JORGE ALVAREZ LLERAS

Director del Observatorio Astronómico Nacional y ex-Jefe del Servicio Meteorológico del mismo Establecimiento.

El presente estudio tiene por objeto resumir lo hecho hasta ahora por el Observatorio Nacional de Bogotá en el campo de la Meteorología.

Este Observatorio es astronómico y meteorológico, por consiguiente, en él se han efectuado observaciones meteorológicas tendientes a obtener un conocimiento completo del clima del país. Hasta ahora se ha logrado determinar exactamente el clima de Bogotá, según las variaciones periódicas que presentan una ley definida, anotando las anomalías que se presentan; mas, en lo que respecta a otras regiones, sólo se ha podido formar, agrupando datos diversos, una descripción somera, referente a altitudes, temperaturas y lluvia media.

Creemos que ya se ha llegado al conocimiento completo del clima de Bogotá, por cuanto las observaciones del barómetro no podrán suministrar ningún otro dato útil a la investigación de las causas de las variaciones de presión en la oscilación diurna o dinámica, y en la nocturna o elástica, ni en la previsión del cambio de tiempo. Las observaciones conducentes a la determinación de la humedad relativa, por medio del sicómetro o del evaporómetro, han suministrado ya cuanto podían dar de sí; la temperatura media está conocida, lo mismo que los límites entre los cuales oscilan la máxima y la mínima, el régimen general de los vientos reinantes da a conocer los movimientos de la zona de calmas, las peculiaridades referentes al descenso de la temperatura en julio y agosto, la existencia de lloviznas en estos meses y el retardo de la segunda época de lluvias, de suerte que, en términos generales, últimamente sólo se ha buscado una confirmación de las conclusiones halladas por el señor Director del Observatorio, en la primera serie de observaciones.

Ahora, nos proponemos determinar las características generales del clima, en todo el país, mediante la revisión de los datos tomados por los observadores que ya han trabajado en algunas poblaciones, y la centralización de los que se recojan en las estaciones meteorológicas que se funden con tal objeto.

Además de esto, el Observatorio se ocupará en la determinación de la radiación solar, por medio de un piriheliómetro Armstrong, de corriente; en la determinación de las variaciones diurnas y anuales de la aguja magnética; en hallar el valor de la gravedad (hasta ahora, para las correcciones del barómetro, se ha hecho uso del valor calculado) y en el establecimiento de un servicio sismológico.

Así, pues, es necesario en este estudio dar una ligera idea de los trabajos que se han hecho hasta ahora, e indicar lo que falta por hacer, para obtener un conocimiento completo del clima del país.

En consecuencia, lo dividiremos en tres partes. En la primera se da una reseña histórica de los trabajos ejecutados en territorio colombiano, por observadores extranjeros o nacionales, poniendo de manifiesto la necesidad de continuar su obra. Esta reseña histórica no se había escrito hasta ahora, que sepamos; será, pues, de utilidad para valorar lo que se ha hecho en Colombia en la investigación de los fenómenos meteorológicos, para resolver los problemas con ellos relacionados, y que son los que de más cerca atañen al bienestar de los habitantes de un país. En la segunda parte se trata de dar una idea general de la distribución de las lluvias en todo el territorio, acopiando datos relativos a las diferentes regiones.

Esta idea será conveniente, por cuanto interesa despertar la atención al desarrollo de la Meteorología, e inclinar la acción oficial a la extensión de los centros de observación por toda la República. En los climas intertropicales no interesan las cuestiones relacionadas con el génesis y marcha de los ciclones, característicos de las zonas templadas, ni la previsión del tiempo para evitar siniestros marítimos o terrestres. En la mayor parte de las porciones habitadas del país no son de temer los huracanes destructores ni las fuertes granizadas, mas en cambio, el mayor número de sementeras es víctima de las irregularidades que se presentan en las estaciones lluviosas o secas. La determinación de la cantidad de lluvia caída y su distribución es, pues, el principal objeto de la Meteorología, en los países vecinos a la línea equinoccial, para proveer al establecimiento de oficinas de irrigación, estimular los cultivos de secano y fomentar el desarrollo del aseguro agrícola.

En la tercera parte, se trata muy ligeramente de la fijeza del barómetro en la zona ecuatorial, para insistir en la importancia que tienen, en la región, los instrumentos que miden la presión atmosférica y que prestan grandes servicios a la altimetría. En esa parte, se dan las curvas de las oscilaciones ba-



Placa de mármol colocada en el paramento occidental del salón central. (Observatorio Astronómico)



Busto de Caldas colocado en el salón central.
Obra del escultor colombiano Rosas. - Nótese el detalle con que el artista simbolizó la leyenda de "Oh! larga y negra partida!"
(Observatorio Astronómico)

rométricas diurnas y anuales, con indicación de los métodos seguidos para determinarlas.

Además, para que se vea el servicio que el Observatorio presta a los ingenieros que se ocupan en medir las alturas de los innumerables pliegues del relieve orográfico del país, se describe un aparato construído personalmente por nosotros, y que sirve para reconocer los barómetros aneroides, corregirlos y patronarlos. Hasta la fecha del establecimiento de este servicios, los aparatos aneroides, grandemente usados por todos los ingenieros, daban lugar a frecuentes errores, por cuanto el transporte y el tiempo desarreglan poco a poco tales mecanismos, que entonces requieren ser enviados a la fábrica o patronados de nuevo. No es, pues, pequeña la utilidad del aparato, que permite comparar el instrumento antes y después de su empleo, y por consiguiente obtener una media de las lecturas hechas, que se aproxime, lo más posible, a la verdad.

Si el corto espacio de que disponemos, nos hubiera permitido extendernos en una cuarta parte, la habríamos dedicado a las observaciones actinométricas y al estudio de la nebulosidad por medio del heliógrafo.

HISTORIA

Fueron debidos a los esfuerzos del sabio naturalista don José Celestino Mutis, los primeros pasos dados en el Virreinato de Nueva Granada en el sentido de iniciar observaciones ordenadas de los fenómenos meteorológicos y estudiar el clima ecuatorial americano, a tiempo que en Europa Borda, Lavoisier y Laplace pensaban que era posible la previsión del tiempo mediante la observación de los fenómenos atmosféricos.

Preciosos debieron ser los datos recogidos por orden y disposición de Mutis, cuando se fundó el Observatorio de Santa Fe (Bogotá) y se coleccionaron los trabajos de la "Expedición Botánica". Desgraciadamente, si es cierto que parte importante de los trabajos de esta Expedición, en lo que se refiere a Zoología y estudio de la Flora, fueron aprovechados más tarde por los naturalistas Lagasca y Pabón, españoles, y por el ilustrado botánico granadino, señor José Triana (Triana y Planchón, "Flora Colombiana"), también lo es que, en cuanto a apuntaciones sobre fenómenos meteorológicos, la obra de la célebre "Expedición" puede darse por perdida, ya que en Madrid es punto menos que imposible revisar los Archivos coloniales, que carecen de índices convenientes.

Según esto, las primeras observaciones anotadas que poseemos, se deben al prócer don Francisco José de Caldas, quien trabajó para establecerlas regularmente, no sólo en Santa Fe, sino en otros lugares del Virreinato. En 1807 hizo Caldas, en Bogotá, observaciones meteorológicas durante todo el año, según lo refiere Boussingault ("Annales de Chimie et Physique", 1826) ; mas de ellas no se pudieron encontrar sino extractos incompletos. En 1808 Caldas publicó en el "Semanario de la Nueva Granada", las observaciones hechas por él personalmente en el Observatorio de Santa Fe, observaciones que se extienden a los seis primeros meses de ese año, y que extractamos en el primer cuadro que acompaña a esta reseña histórica.

Cuadro de las observaciones meteorológicas hechas en el año de 1808 por Don Francisco José de Caldas en el Observatorio Astronómico Nacional

MESES	Barómetro		Temperatura media	Pluviómetro
	Máxima	Mínima		
	Metros		Centígrados	Mm.
Enero	0.5617	0.5594	14°16	93.5
Febrero	0.5615	0.5594	14°14	42.3
Marzo	0.5618	0.5595	14°21	177.5
Abril	0.5618	0.5595	14°33	201.6
Mayo	0.5621	0.5599	14°30	139.0
Junio	0.5621	0.5598	14°31	42.3

NOTA.—Los datos de este cuadro vieron la luz pública en el "Semanario de Nueva Granada" y fueron reproducidos en los "Anales de Instrucción Pública" en 1886. La columna titulada temperatura media debe referirse a la temperatura media durante el día, o sea, al intervalo comprendido entre las 6 a. m. y las 6 p. m. Se ignora qué clase de correcciones hizo Caldas a sus observaciones, lo mismo que la calidad y procedencia de los instrumentos que usó.

Probablemente, comprometido ya en el movimiento de ideas políticas, iniciado por don Antonio Nariño, Caldas interrumpió sus observaciones hasta el año de 1810, año en que se publicaron las hechas en el mes de enero. Entonces estalló la revolución del 20 de julio, y arrastrado por los sucesos, hubo de interrumpir sus trabajos para siempre.

Durante la lucha por la independencia de la Corona y en los primeros tiempos, después del advenimiento de la República, los estudios del clima y de los fenómenos meteorológicos se abandonaron completamente, tanto en Santa Fe de Bogotá, como en otros lugares, donde Caldas había logrado despertar afición a los estudios físicos, y donde se habían emprendido labores de investigación merced a la influencia ilustrada del Gobierno español.

Este abandono perduró hasta el año de 1823, cuando a instancias del Gobierno de la Gran Colombia, y por influjo del Barón de Humboldt, vinieron hombres de ciencia a establecer en Bogotá estudios de Física, Matemáticas y Ciencias Naturales. Entonces Rivero, Boussingault y Roulin efec-

tuaron observaciones meteorológicas, que se publicaron en Europa por Ferrussac, y que después reprodujo el General Joaquín Acosta (Viajes Científicos a los Andes Ecuatoriales — 1849), y completó Rivero en sus "Memorias Científicas" publicadas en Bruselas en 1857. De las observaciones de Boussingault, que se refieren al lapso transcurrido de mediados de 1823 a mediados de 1824, copiamos un cuadro, a continuación de las observaciones de Caldas.

Cuadro de las observaciones meteorológicas hechas en los años de 1823 y 1824, por Mr. Boussingault, en la ciudad de Bogotá

Año de 1823—Meses	Barómetro		Año de 1824—Meses	Barómetro	
	Máxima	Mínima		Máxima	Mínima
	Metros	Metros		Metros	Metros
			Enero	0.5616	0.5593
Agosto	0.5622	0.5600	Febrero	0.5617	0.5594
Septiembre	0.5623	0.5597	Marzo	0.5619	0.5597
Octubre	0.5620	0.5694	Abril	0.5624	0.5599
Noviembre	0.5616	0.5594	Mayo	0.5619	0.5595
Diciembre	0.5633	0.5589	Junio	0.5622	0.5602
			Julio	0.5622	0.5597

Temperatura del aire, 15°3.

NOTA.—Se ignora la clase de instrumentos usados, lo mismo que la temperatura media absoluta. No hay datos del pluviómetro.

Cuadro de las observaciones hechas en Bogotá, por el Sr. Gral. Joaquín Acosta, en los años de 1833, 1834 y 1835, con un barómetro de Bunten, de sifón, comparado con el del Observatorio de París, y un termómetro centígrado, del mismo fabricante

MESES	9 a. m. Barómetro	Temperatura	3 p. m. Barómetro	Temperatura
Año de 1833	Metros		Metros	
Enero	0.5620	13°30	0.5604	17°70
Febrero	0.5623	13°50	0.5604	17°50
Marzo	0.5618	16°50	0.5604	19°70
Abril	0.5618	15°90	0.5606	18°00
Mayo	0.5623	15°70	0.5607	17°40
1834				
Enero	0.5625	12°80	0.5607	18°10
Febrero	.....	.....	.....	.....
Marzo	.....	.....	.....	.....
Abril	.....	.....	.....	.....
Mayo	0.5628	16°40	0.5609	17°9
Junio	0.5623	17°70	0.5608	17°0
Julio	0.5628	17°17	0.5607	21°0
1835				
Enero	0.5619	14°70	0.5597	17°30
Febrero	.....	.....	.....	.....
Marzo	0.5619	15°60	0.5600	16°10
Abril	0.5624	16°70	0.5602	16°30

NOTA.—Estos datos se volvieron a publicar en los "Anales de Instrucción Pública", en el año de 1887. Las indicaciones consignadas en el cuadro están únicamente corregidas de temperatura. Deben corregirse de capilaridad y gravedad. No hay datos del pluviómetro.

En el año de 1828 publicó el doctor Benito Osorio unas observaciones verificadas en 1827, y desde el año de 1831, el General Acosta, deseoso de continuar la obra de Boussingault (véase la correspondencia de Humboldt), hizo observaciones en lugares distintos, con cuidado y prolijidad. Las que verificó en el Observatorio de Bogotá se debieron a la iniciativa del Gobierno del General Santander, quien nombró a Acosta "Director del Museo y del Observatorio Nacional".

De los datos tomados por Acosta, sólo hemos visto los que se refieren a los años de 1833, 1834 y 1835, y que, en un cuadro incompleto, copiamos a continuación de las observaciones de Boussingault. Por aquella época las ideas de Humboldt respecto a las variaciones de la altura del barómetro y a las in-

fluencias de la latitud y la altitud en el trazado de las líneas isotérmicas, habían dado cierta resonancia en el mundo científico a los trabajos de los físicos conocedores de las regiones equinocciales. La circunstancia de que tanto Colombia, como el Ecuador, dilatan su territorio en la proximidad del ecuador, y poseen regiones situadas a alturas muy diversas sobre el nivel del mar, permitió fijar la atención en la influencia marcada de la altitud sobre la presión y en la fijeza relativa del barómetro en las regiones equinocciales. De esta suerte, no sólo tuvieron importancia especial los trabajos de Humboldt y Boussingault, sino que relacionados íntimamente con los de Caldas, Acosta y otros, granadinos y ecuatorianos, sirvieron de base para el estudio de la Climatología colombiana y de la zona tórrida americana. (A. Humboldt — "Viaje a los países equinocciales del Nuevo Continente"). Es de esta manera como se explica la cooperación de Bourdon, Gaudot, Roulin y Boussingault, que cediendo a los deseos de Humboldt, trabajaron en asocio de ingenieros americanos, en la determinación de las principales características de nuestros climas.

Después de Acosta, sólo hasta la Presidencia primera del ilustrado y progresista General Mosquera, los estudios meteorológicos merecieron atención de parte del Gobierno. En 1835 vieron la luz pública, en la "Crónica Semanal", varias observaciones esporádicas referentes al clima de Bogotá, mas sólo hasta el año de 1848 publicó el General Mosquera, en la "Gaceta Oficial" sus propias observaciones. En este año el Gobierno de Nueva Granada contrató el levantamiento de la Carta con el Coronel Codazzi, anexó el Observatorio al Colegio Militar, regentado por el Profesor Aimé Bergeron, dotó al Observatorio con algunos instrumentos, favoreció las expediciones científicas por distintas regiones, y no omitió esfuerzo en el sentido de obtener datos referentes a Climatología, Geografía Física y Geología del territorio nacional.

Durante algún tiempo, después de la dirección del General Acosta, fueron Directores del Observatorio Astronómico y Meteorológico, don Benedicto Domínguez y don Francisco Javier Matiz, sin dejar dato alguno relativo a observaciones practicadas entonces.

De los datos esporádicos, publicados por don José Caicedo Rojas en "El Pasatiempo" (año de 1852) y por P. Cornette, en el "Anuario Meteorológico de Francia" (sobre observaciones efectuadas en Bogotá, en 1856), no hemos podido tomar nota por carecer de los informes bibliográficos correspondientes.

Después del cuadro en que figuran los datos acopiados por el General Acosta, insertamos un compendio de las observaciones hechas en Bogotá, desde el 27 de mayo hasta el 30 de junio de 1857, por el ilustrado naturalista don Ezequiel Uricoechea, con el objeto de anotar el hecho de que las correcciones barométricas deben dar resultados dudosos en las medias de las presiones observadas en Bogotá hasta 1893.

NOTA DEL DR. URICOECHEA.—"Nos servimos del barómetro Nº 105 de Frastre, de nivel constante. Tanto éste como nuestro termómetro han sido comparados con los del Observatorio Imperial de Francia, por nuestro malogrado amigo M. Goujon. Publicamos la presión atmosférica sin reducción a O°. Anotamos dos obras excelentes, que tienen este objeto: "Meteorological Tables", por Guyoto, Washington, 1851, y las tablas de Oltmans, 1839, que son generalmente usadas. El punto de agua hirviendo ha sido determinado en Bogotá por medio de un hipsómetro de Regnault. Todas las observaciones han sido hechas de la misma manera que se hacen en el Real Observatorio de Bruselas, donde durante ocho meses tuvimos la honra de estudiar y practicar al lado de su ilustre Director, M. Quetelet. Habiéndosenos roto en el transporte de Europa a Bogotá los termómetros de máxima y mínima y careciendo absolutamente de anemómetro, galvanómetro y aparatos para la inclinación y declinación de la aguja magnética, no nos ha sido posible observar otros fenómenos meteorológicos. Las divisiones de los termómetros son centesimales. El barómetro da los milésimos y sus fracciones. El agua hierve en Bogotá a los 90.32 c. Más tarde nos proponemos discutir la altura absoluta en Bogotá por los resultados obtenidos con el barómetro y el punto del agua hirviendo".

Cuadro de las observaciones meteorológicas hechas en Bogotá, desde el 27 de mayo hasta el 30 de junio de 1857, por Ezequiel Uricoechea

DIAS	Termómetro exterior			Termómetro del Barómetro			Barómetro		
	Grados					Grados			
27	16.2	12.0	12.7	14.8	14.6	14.6	0.56585	0.56440	0.56500
28	15.1	13.5	13.5	14.2	14.5	14.7	0.56530	0.56440	0.56380
29	17.0	13.1	12.6	14.8	14.5	14.6	0.56460	0.56280	0.56420
30	17.0	13.2	12.5	14.7	14.4	14.7	0.56480	0.56435	0.56490
31	17.1	13.3	12.6	14.0	14.5	14.6	0.56590	0.56440	0.56550
1	19.5	15.0	12.2	14.5	14.8	14.7	0.56470	0.56300	0.56400
2	17.3	14.1	12.8	14.7	15.0	14.7	0.56470	0.56309	0.56400
3	16.7	17.1	11.2	14.4	14.9	13.9	0.56440	0.56250	0.56430
4	16.5	17.0	9.9	13.6	13.5	13.5	0.56485	0.56300	0.56450
5	16.3	16.3	10.9	13.6	14.7	13.9	0.56480	0.56330	0.56410
6	15.6	16.4	12.9	13.7	15.0	14.2	0.56450	0.56270	0.56430
7	17.8	17.4	12.6	14.9	15.5	14.4	0.56380	0.56190	0.56345
8	17.5	15.5	12.0	14.9	15.5	15.0	0.56435	0.56265	0.56410
9	16.5	16.7	13.7	14.6	15.1	14.9	0.56397	0.56280	0.56370
10	17.0	17.8	12.1	14.7	15.4	14.8	0.56330	0.56145	0.56280

DIAS	Termómetro exterior			Termómetro del barómetro			Barómetro		
	Grados					Grados			
11	16.4	17.5	11.38	14.4	15.3	14.5	0.56275	0.56150	0.56245
12	18.3	17.1	12.9	14.7	15.4	14.9	0.56360	0.56300	0.56370
13	18.1	18.2	13.8	15.2	15.8	14.9	0.56410	0.56240	0.56370
14	16.7	17.4	13.9	14.8	15.5	15.1	0.56407	0.56210	0.56400
15	17.1	18.1	11.9	15.0	15.8	15.2	0.56380	0.56260	0.56310
16	17.2	20.0	14.0	14.8	15.6	15.1	0.56365	0.56265	0.56407
17	16.4	18.9	11.9	15.5	15.9	15.1	0.56410	0.56285	0.56495
18	16.5	19.5	14.4	14.9	16.6	15.3	0.56435	0.56340	0.56405
19	16.8	15.9	11.8	15.3	15.5	14.7	0.56410	0.56265	0.56460
20	12.8	15.9	12.4	14.3	15.0	14.6	0.56465	0.56265	0.56416
21	16.0	16.1	11.1	14.4	14.0	14.5	0.56510	0.56350	0.56500
22	18.0	17.5	11.0	14.0	15.4	14.4	0.56450	0.56305	0.56410
23	18.8	17.3	13.3	14.9	15.2	14.7	0.56423	0.56300	0.56330
24	19.1	18.9	13.2	15.0	15.2	14.7	0.56379	0.56205	0.56368
25	17.5	15.9	12.95	14.9	15.2	14.5	0.56380	0.56227	0.56380
26	16.0	16.8	11.8	14.8	15.4	14.5	0.56428	0.56256	0.56418
27	16.2	17.5	13.3	14.5	15.7	14.6	0.56476	0.56353	0.56426
28	14.0	17.3	13.9	13.7	15.5	14.8	0.56437	0.56307	0.56334
29	17.5	15.8	12.5	15.2	15.5	14.8	0.56606	0.56457	0.56417
30	16.4	18.0	12.6	14.7	15.3	14.1	0.56649	0.56296	0.56425

En el mismo año de 1858, M. Frisak practicó varias observaciones, conjuntamente con la determinación de la declinación de la aguja magnética; y en 1859 don José Cornelio Borda se encargó de la Dirección del Observatorio, sin que se sepa cuáles fueron sus trabajos en el campo de la Meteorología.

La guerra civil de 1860 paralizó no sólo la reorganización del Observatorio sino la continuación de los trabajos de la Comisión Corográfica, de la cual formaron parte, después de la muerte de Codazzi, los señores Manuel Ponce, Manuel María Paz e Indalecio Liévano, conocido matemático nacional, quien después de su regreso de la Costa Atlántica, determinó la altura del barómetro en Bogotá.

Esta determinación se hizo por medio de observaciones simultáneas: en Bogotá observó la columna barométrica, en el salón principal del Observatorio el señor Liévano, y en Cartagena, en un sitio colocado a una altura media sobre el nivel del mar, de 8.5^{m}, observó el señor William Chandless. En ambos lugares se tomó la temperatura del aire ambiente. El promedio de 18 observaciones simultáneas fue:

En Cartagena.—Agua hirviente, 99°96, temperatura ambiente, 27°32.

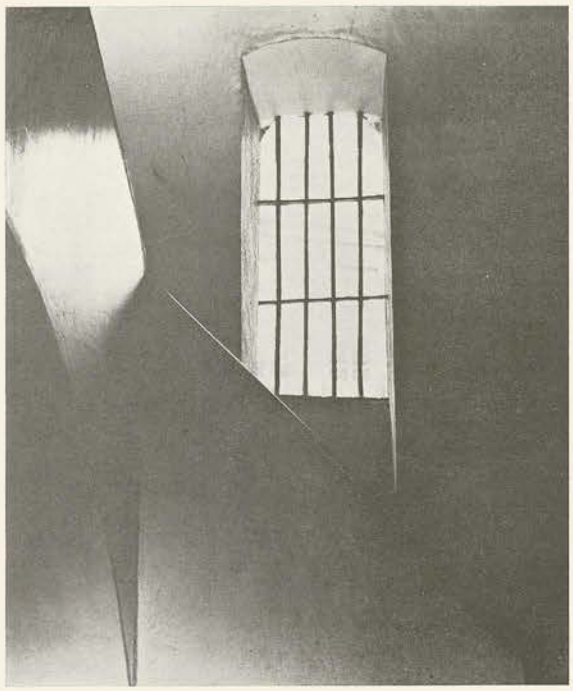
En Bogotá.—Agua hirviente, 91°73, temperatura ambiente, 15°40. Para la temperatura de ebullición en Bogotá dan las tablas de Regnault, para la altura de la columna barométrica, 561.01^{mm}.

Fuéra de este trabajo, el señor Liévano dirigió algunas observaciones meteorológicas en 1862, observaciones que interrumpió por algún tiempo y continuó después en 1868, 1871 y 1872.

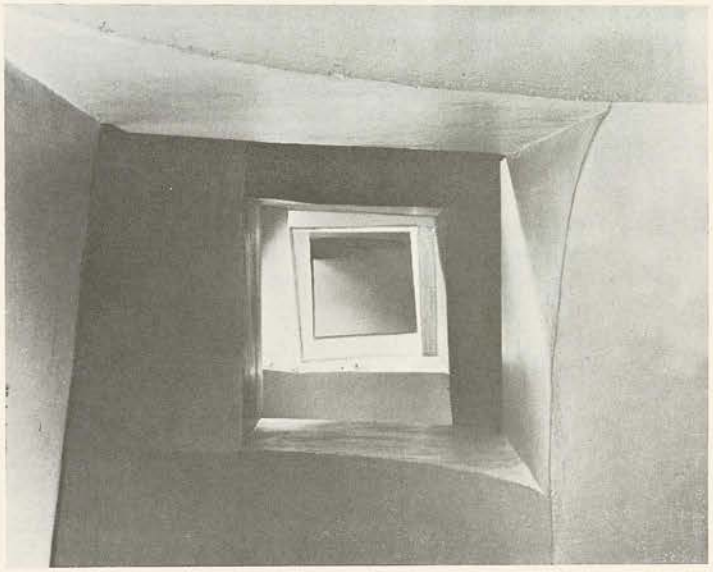
Realmente, donde se han verificado observaciones meteorológicas con alguna regularidad ha sido en Bogotá, ya que en otras poblaciones sólo se encuentran datos aislados, generalmente tomados por viajeros que han atravesado rápidamente el territorio. Caldas comprendió la necesidad de extender el radio de acción a otros puntos y por eso trabajó con ahinco. En sus viajes por diversas regiones del país practicó observaciones barométricas, hipsométricas, higrométricas y de temperatura, y las acompañó con descripciones de los climas, llenas de viveza descriptiva y apuntaciones críticas ilustradas. Para poner un ejemplo, óigase cómo describe la época de lluvias en las feraces regiones del Chocó:

"Llueve la mayor parte del año. Ejércitos inmensos de nubes se lanzan en la atmósfera del seno del Océano Pacífico. El viento O, que reina constantemente en estos mares, las arroja dentro del Continente, los Andes las detienen en la mitad de su carrera. Aquí se acumulan y dan a esas montañas un aspecto sombrío y amenazador: el cielo desaparece, por todas partes no se ven sino nubes pesadas y negras que amenazan a todo ser viviente. Una calma sofocante sobreviene; éste es el momento terrible; ráfagas de viento dislocadas arrancan árboles enormes; explosiones eléctricas, truenos espantosos; los ríos salen de su lecho, el mar se enfurece, olas inmensas vienen a estrellarse sobre las costas; el cielo se confunde con la tierra y todo parece que anuncia la ruina del universo. En medio de este conflicto el viajero palidece, mientras que el habitante del Chocó duerme tranquilo en el seno de su familia. Una larga experiencia le ha enseñado que los resultados de estas convulsiones de la naturaleza son pocas veces funestos y que todo se reduce a luz, agua y ruido, y que dentro de pocas horas se restablece el equilibrio, y la serenidad".

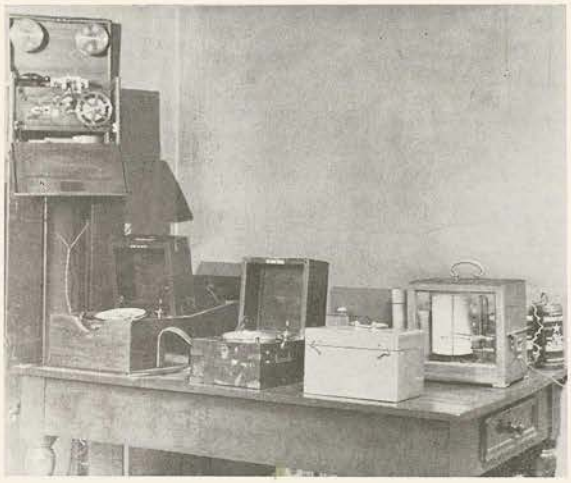
Verdadero inventor del hipsómetro, Caldas fue uno de los primeros que notaron la estabilidad de la columna barométrica en la zona ecuatorial y las variaciones de la temperatura de ebullición del



Detalle de la escalera construída sobre arcos de tres centros, por tramos de cinco escalones. (Observatorio Astronómico)



Aspecto de los arcos de la escalera dicha, en espiral, vistos por debajo. (Observatorio Astronómico)



Detalles de los cronómetros de tiempos sidéreo y medio y de los cronógrafos registradores. (Casilla meridiana - Observatorio Astronómico)



Péndulo (de la Syncronome Co. Ltd.) sincronizado con el "Shortt", que se encuentra en el jardín, y detalles de su instalación: corrector magnético, relevo para envío de señales etc. (Casilla meridiana - Observatorio Astronómico)

agua a diversas alturas sobre el nivel del mar, por cuanto él se encontraba en condiciones favorables para hacer esta observación, ya que las variaciones accidentales de la presión atmosférica, en las zonas templadas, hacían imposible verificar esta experiencia sin ninguna idea preconcebida, a este respecto. Ni el mismo Humboldt, quien usaba en sus ascensiones un aparato termométrico que le recomendó Saussure y que le merecía poca confianza", pudo notar el fenómeno en Europa. En una conversación que Caldas tuvo con el viajero alemán, relativa a las experiencias de Herberden, conversación relatada por el mismo Caldas, se lee:

"En las primeras conversaciones le traté sobre la materia, y me dijo que Sucio había trabajado sobre el particular y había enseñado el método de medir las montañas sin el barómetro. Ya se deja ver con qué ansia oiría al Barón sobre este punto. Yo creí, vi mis ideas como una cosa que había nacido en mi espíritu a veinte años de agotada en Europa, y sólo traté de presentar unas ideas confirmatorias de la teoría de Sucio, apreciables por ser en grandes elevaciones y en la vecindad del Ecuador. Insté a este sabio viajero por el exponente y por las experiencias de Sucio, pero cuando quiso tomarlo de sus manuscritos, halló que Sucio no había pensado en el agua hirviendo y que este físico sólo era el perfeccionador del método de Heberden, que asigna 640 pies por un grado menos en el termómetro expuesto al aire, y vuelvo yo a entrar en posesión de mi pequeño descubrimiento".

En realidad, Humboldt ya había usado, en su ascensión al pico de Tenerife, el método empleado por Caldas, mas nada preciso había sentado sobre el particular. Habiendo Caldas efectuado varias expediciones, a todas las alturas sobre el nivel del mar, y habiendo residido largo tiempo en vecindades de la línea equinoccial, estuvo en aptitud para formular las leyes, que él tuvo como suyas, antes que el mismo Humboldt.

Por supuesto que a Humboldt debemos las nociones principales que se refieren a la Meteorología de las regiones intertropicales. Por tanto, la nación colombiana es la primera en reconocer los méritos de ese ilustre sabio. Con Colombia y sus hombres mantuvo siempre Humboldt relaciones amistosas, como lo prueba la correspondencia del General Acosta; a él se debió la venida de Boussingault y que, años después, el Gobierno de la República encargara el levantamiento de la Carta al Coronel Codazzi.

También este ilustre viajero y geógrafo contribuyó a la Meteorología del país, pues, en sus "Notas de viaje", consignó interesantes observaciones suyas, sobre el clima de las regiones que visitaba. Así, por ejemplo, para explicar el retardo de las lluvias en el valle del río Magdalena, cuando el sol pasa al hemisferio austral, en septiembre, Codazzi dice:

"Es sabido que la causa de los vientos está en la diferencia de temperaturas de dos países vecinos, lo cual produce una ruptura de equilibrio entre las capas atmosféricas. Si dos columnas de aire tienen la misma temperatura y densidad en toda su altura, permanecen en equilibrio; pero si la tierra sobre la cual reposan se calienta diferentemente, el equilibrio no puede menos de perturbarse generándose vientos que irán del país cálido al país frío, por la parte superior; y produciéndose por la inferior una corriente inversa que rasará la superficie de la tierra. Cuando el sol regresa del Trópico de Cáncer y ejerce su influjo sobre las selvas del bajo Magdalena, éstas se calientan: la corriente superior de aire rarefacto, se dirige hacia el mar, y la inferior debería bañar el alto Magdalena; pero no llega a él, porque se halla balanceado con el aire de ese país calentado por el sol en su paso hacia el ecuador. Mas como dicho astro al llegar a éste, en su paso al hemisferio austral, calienta los países situados en la vertical de los puntos que recorre, las corrientes superiores se dirigen en consecuencia hacia el S. y las frías hacia el N., determinando las lluvias de octubre y noviembre, que suelen prolongarse también hasta mediados de diciembre".

Después de la muerte de Codazzi y de la terminación de la Comisión Corográfica, el doctor Liévano, como ya se dijo, quedó en el Observatorio Nacional y practicó allí observaciones meteorológicas hasta 1872, coincidiendo su trabajo con el del doctor Juan de Dios Carrasquilla, quien inició observaciones pluviométricas en 1866. De los datos meteorológicos tomados por el doctor Liévano no hemos tenido noticia; en cambio, los debidos al doctor Carrasquilla, se conservan, en su mayor parte, publicados en el periódico denominado "El Agricultor".

El doctor Carrasquilla fue un investigador infatigable por muchos años, y a su propia costa practicó observaciones meteorológicas en un observatorio de su propiedad y suministró datos preciosos para la determinación del clima de la altiplanicie de Bogotá.

La relativa fijeza del barómetro y la periodicidad de sus pequeñas variaciones, llamaron poderosamente la atención del doctor Carrasquilla; y al estudio de este fenómeno dedicó gran parte de su actividad científica.

Probablemente bajo la influencia de preocupaciones de la época, el doctor Carrasquilla atribuyó, al explicar la causa de las oscilaciones diurnas del barómetro, una importancia mucho mayor de la que tiene en realidad, a la acción atractiva del sol y de la luna. En un trabajo publicado en los "Anales de Ingeniería", bajo el título de "Datos para la Climatología en Colombia" dice:

"La regularidad misma de las oscilaciones horarias confirma suficientemente que la atracción solar es su causa, que este astro obra por atracción, por su masa, más que por sus propiedades caloríficas, sobre el peso de la atmósfera. Al medio día, cuando el sol está más cerca del ecuador terrestre, ejerce la mayor atracción sobre los puntos del globo situados en la línea equinoccial y a ambos lados de ella". (En lugar de "ecuador" y "línea equinoccial" ha debido decirse: "meridiano"); pero como

su acción no es instantánea, a causa de la naturaleza gaseosa de la atmósfera, se tarda algunas horas en hacerse sensible, y el barómetro no marca la menor altura de la columna mercurial hasta las tres o las cuatro de la tarde, así como las mareas oceánicas se hacen sentir con algún atraso y en relación con la posición del lugar".

A la explicación del doctor Carrasquilla se pueden presentar las siguientes objeciones:

Primero. Las oscilaciones horarias del barómetro no están bajo la dependencia de la atracción lunar, porque dichas oscilaciones se efectúan, según las observaciones, sensiblemente a unas mismas horas, durante todo el año.

Segundo. Siendo así, las oscilaciones tampoco están bajo la dependencia de la atracción solar, porque, a la distancia que de este astro nos separa, ésta es menor que la de la luna.

Tercero. La explicación del doctor Carrasquilla no es suficiente para explicar la mínima, observada en las horas de la madrugada (1).

Estas objeciones pueden citarse a título de curiosidad, pues la causa única de las oscilaciones diurnas del barómetro es la variación de la temperatura. Kamz fue el primero que dio la explicación conveniente, con el objeto de no hacer intervenir las mareas atmosféricas en este fenómeno. No hay para qué atribuír la doble oscilación barométrica a las mareas, cuya influencia, en la presión atmosférica es insignificante, según lo demostró Laplace.

En la última época de observaciones del doctor Carrasquilla, el Presbítero Dr. Joaquín Gómez Otero, practicó también, al mismo tiempo, observaciones meteorológicas en el Observatorio anexo al Seminario Conciliar. De los datos acumulados por el doctor Gómez Otero copiamos un cuadro, correspondiente a 1886, que contiene el resultado anual de las indicaciones del barómetro, el termómetro, el sicómetro y el pluviómetro, sin que en él se hicieran las correcciones del barómetro.

Cuadro de las observaciones meteorológicas hechas en el Seminario Conciliar de Bogotá, en el año de 1886 por el Rector Joaquín Gómez Otero

MESES	Barómetro			Termómetro			Humedad relativa	Lluvia en milímetros
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media		
				Grados	Grados	Grados		
Enero	0.5609	0.5551	0.5590	22.0	7.0	14.0	81	101.9
Febrero	0.5612	0.5544	0.5584	22.0	6.0	14.5	78	51.3
Marzo	0.5611	0.5570	0.5593	22.0	7.0	15.0	79	87.9
Abril	0.5608	0.5567	0.5590	20.0	6.0	14.0	82	167.9
Mayo	0.5692	0.5550	0.5593	20.5	8.0	14.0	83	143.6
Junio	0.5614	0.5577	0.5593	22.0	5.5	14.0	84	55.1
Julio	0.5612	0.5576	0.5597	21.0	8.5	13.5	83	87.1
Agosto	0.5612	0.5572	0.5596	21.0	8.0	14.0	81	115.2
Septiembre	0.5609	0.5569	0.5589	20.5	8.5	14.5	81	139.9
Octubre	0.5618	0.5577	0.5582	20.5	7.0	14.0	85	164.1
Noviembre	0.5606	0.5555	0.5585	20.5	9.0	14.0	84	122.1
Diciembre	0.5604	0.5563	0.5586	20.0	8.0	14.0	84	125.0

Resumen anual: Barómetro—máxima, promedio mensual 0.5618; mínima, promedio anual 0.5544; media, promedio anual, 0.5591. Termómetro—máxima, promedio anual, 22°0; mínima, promedio anual, 5°5; media, promedio anual, 14°1. Pluviómetro—lluvia durante el año, 1m3609; humedad media, 82.

NOTA.—Se ignora la calidad de los instrumentos usados, lo mismo que los métodos que se emplearon. Este cuadro fue publicado en los "Anales de Instrucción Pública".

Hasta el año de 1893 practicó observaciones meteorológicas en el Observatorio Nacional, el señor don José M. González Benito, y de ellas se da una muestra en el cuadro correspondiente al año de 1890, y que copiamos con el objeto de establecer parangón entre los métodos usados hasta 1893 y los que ha empleado, de ese año para acá, el doctor Garavito, actual Director del Observatorio.

(1). En un opúsculo del Dr. Carrasquilla publicado en Bogotá, en 1897, con el título: **"Memoria sobre las mareas atmosféricas o fluctuaciones de la presión"**, se sostuvo por este sabio naturalista, con profusión de argumentos, la tesis en cuestión, que no es otra distinta de la de Mutis, tan encomiada por Caldas. En su trabajo el Dr. Carrasquilla muy eruditamente agotó la materia sobre este punto, y por ello en ediciones posteriores de esta Revista volveremos a tratar el punto y, aún, reproduciremos partes importantes de la **"Memoria sobre las mareas atmosféricas"**, para discutir conceptos tan respetables aceptando de ellos lo que en realidad debe aceptarse.—**Nota de la Dirección.**

Cuadro de las observaciones meteorológicas hechas en el Observatorio Astronómico Nacional en el año de 1890

MESES	Barómetro Máxima	Barómetro Mínima	Barómetro Media	Humedad relativa	Termómetro Máxima	Termómetro Mínima	Termómetro Media	Lluvia en milímetros
					Grados		Grados	
Enero	0.56174	0.55960	0.56076	72	18.58	8.78	13.18	178.9
Febrero	0.56200	0.56012	0.56106	68	17.69	8.43	13.06	076.7
Marzo	0.56204	0.56020	0.56112	64	17.59	8.67	13.13	068.0
Abril	0.56256	0.56038	0.56147	77	17.68	10.18	13.93	198.6
Mayo	0.56265	0.56064	0.56164	77	17.75	10.18	13.96	131.8
Junio	0.56259	0.56073	0.56166	63	18.17	9.97	14.07	026.0
Julio	0.56255	0.56105	0.56180	67	17.38	8.90	13.14	045.7
Agosto	0.56263	0.56087	0.56175	67	17.10	8.30	12.70	094.5
Septiembre	0.56250	0.56066	0.56158	62	16.91	8.89	12.90	035.7
Octubre	0.56207	0.55997	0.56102	76	17.42	8.66	13.04	204.4
Noviembre	0.56163	0.55957	0.56060	77	17.36	9.44	13.40	216.3
Diciembre	0.56221	0.56001	0.56112	74	17.40	8.80	13.10	058.9

Resumen anual: Barómetro, máxima, promedio anual, 0.56226; mínima, promedio anual, 0.56022; media, promedio anual, 0.56124. Termómetro, máxima, promedio anual, 17°67; mínima, promedio anual, 9°10; media, promedio anual, 13°38. Pluviómetro, lluvia durante el año, 1m3355; humedad media, 70.43.

NOTA.—Este cuadro fue publicado en los "Anales de Instrucción Pública". Las observaciones se hicieron con instrumentos del Observatorio.

* * *

Termina aquí la reseña histórica que se refiere a la marcha de los estudios meteorológicos en el país, haciendo notar que, ahora, cuando merced a la colaboración de los ilustrados Padres Agustinos de Barranquilla y de las estaciones meteorológicas de las Universidades de Antioquia y del Cauca, se puede organizar un servicio central de Meteorología; y que los conocimientos del doctor Garavito, su práctica y lo acertado de su dirección, harán que los estudios meteorológicos en Colombia se pongan a la altura de los llevados a cabo en otras Repúblicas de América.

DISTRIBUCION DE LAS LLUVIAS EN LAS DIFERENTES REGIONES DEL PAIS

En el croquis cartográfico (1) que acompaña al presente estudio, se encuentran marcadas, con tinta negra sobre fondo azul, las diferentes regiones que presentan características pluviométricas diferentes, y que merecen estudio especial, pues del conocimiento completo de tales características y de sus modificaciones, se deducirá el clima general de la República, junto con algún plan que guíe el Ministerio de Agricultura, en sus concesiones sobre terrenos baldíos y en sus disposiciones sobre irrigación y legislación de aguas.

Hasta ahora, por mil causas independientes de la voluntad del Supremo Gobierno, aún no se ha organizado un servicio meteorológico centralizado convenientemente y que se proponga obtener los datos apuntados arriba. Por eso esta parte del presente estudio adolece de indeterminaciones inevitables, pues, en su desarrollo hemos tropezado con falta de observaciones ordenadas, precisas y, sobre todo, reducidas a un centro común. En la mayor extensión del país los resultados de las observaciones meteorológicas practicadas, se presentan aislados, esporádicamente dispersos, y en muchas ocasiones, ofrecen poco crédito. Sólo de Bogotá y de la Sabana de Bogotá, existe un acopio suficiente de datos pluviométricos fidedignos, que cubra un espacio de tiempo considerable; pues, aunque en algunas otras poblaciones, como Barranquilla, Popayán y Medellín, se han hecho observaciones regulares, éstas no son ni tan continuadas ni tan completas como las practicadas en Bogotá. Los datos que se refieren a otras regiones del país, como se acaba de decir, son muy escasos, y en su mayor parte se deben a viajeros que han recorrido de prisa el territorio.

Los observatorios permanentes, dotados de pluviómetros, que actualmente funcionan en Barranquilla, Popayán y Medellín son: en Barranquilla, uno a cargo de los RR. PP. Agustinos; en Popayán, otro a cargo de un profesor francés que depende de la Universidad, y en Medellín, el Observatorio Meteorológico de la Universidad de Antioquia.

En términos generales, podemos describir las condiciones de humedad y de lluvia del territorio de la República, diciendo que la precipitación acuosa es considerable, como corresponde a una comarca situada en la zona tórrida, aunque en algunas localidades la precipitación anual es más bien escasa, bajando en ciertos puntos por debajo de 600 mm., lo que parece poco para un clima tropical.

Son húmedas, con grandes precipitaciones casi continuas, las costas occidentales, sobre todo en la región comprendida entre los ríos Mira y Micay, por

(1). Por razones tipográficas se omite este croquis, que figuró en los Anales del Segundo Congreso Científico Panamericano de Washington.

toda la hoya baja del Patía, y de los ríos Sanguianga e Iscuandé y la falda occidental de la Cordillera, hacia el occidente de Túquerres, Pasto y Popayán. Según estimaciones propias y del doctor Fortunato Pereira, la cantidad de lluvia en Altaquer, por ejemplo, pasa anualmente de tres metros. En Barbacoas no hay estación seca y en Tumaco llueve continuamente, con intervalos sólo de unos tres o cuatro días secos.

Se presentan también grandes precipitaciones anuales en la hoya del río Atrato, por todo el centro del Chocó, en la vertiente N. de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la hoya del río Zulia y en las regiones de los grandes ríos, afluentes del Amazonas, más hacia el sur del río Ariari. En la falda septentrional de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la comarca que derrama sus aguas al lado de Maracaibo y en las costas sobre el Pacífico, las abundantes lluvias y la carencia de una estación seca definida pueden ser atribuídas a los vientos alisios reinantes; como se ve por el hecho de que, cuando las montañas se alejan de la costa o se hacen más bajas, disminuyen las precipitaciones atmosféricas hasta por debajo de 500 mm. por año. Así, pues, los valles formados por las cordilleras interiores, presentan peculiaridades locales que dependen, entre otras, de esta circunstancia. Generalmente las vertientes meridionales de los valles, al norte de la República ofrecen la característica de una precipitación escasa, como sucede en la vertiente S. E. de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la hoya del río César, en los alrededores de Riohacha y en toda la extensión de la Península de la Guajira.

Desde 1° hasta 12° de latitud norte no son iguales las estaciones, es decir, las épocas de sequedad y de lluvia, por cuanto influye la latitud así:

En la región comprendida, poco más o menos, entre los 8º de latitud norte y el ecuador, hay dos estaciones lluviosas y dos de sequía, mientras que más al norte no hay más que una estación seca y otra de lluvias. Esto, por supuesto, no es general, ya que en la vecindad del ecuador la fijeza relativa de las estaciones depende, fuéra de las variaciones de las líneas isotermas y de los movimientos de la zona de calmas, de las condiciones peculiares de cada localidad.

En Bogotá, a los 4° 36′ de latitud norte, las estaciones secas duran de enero a febrero y de junio a septiembre, correspondiendo los máximos de lluvia a abril y a noviembre (o a octubre). En Medellín, a los 6° 8′, la estación más seca es la correspondiente a enero y febrero, siendo mayo y octubre los meses de las grandes lluvias. En Cartagena, a los 10° 25′ de latitud, cesan casi completamente las lluvias de enero a abril, extendiéndose la estación seca de diciembre a mayo, o sea por espacio de cinco meses. La época de lluvias tiene dos máximos, uno a fines de mayo y otro en octubre.

Teniendo cuenta de las condiciones locales, se puede decir que en las altiplanicies de Cundinamarca y Boyacá, y en la región central del valle del Magdalena, se presentan dos estaciones lluviosas: la de marzo, abril y mayo y la de octubre, noviembre y diciembre. Los vientos que corren por sobre los Llanos de Casanare modifican sensiblemente estas estaciones: como sucede, por ejemplo, en Chocontá, lugar al norte de Bogotá, donde llueve poco en marzo y abril, con más persistencia en mayo y junio, mucho en julio y agosto y poco en septiembre, octubre y noviembre. En estos Llanos de Casanare, tal como sucede al norte, se presentan seis meses de sequía y seis de lluvia, cuya mayor intensidad coincide con el máximo de precipitación en Chocontá y otros lugares al norte, situados en valles secundarios de la Cordillera Oriental. En Cáqueza, población situada al S. E. de Bogotá, se hace sentir de parte de los Llanos de San Martín, la misma influencia que las llanuras de Casanare ejercen sobre la precipitación acuosa, en lugares próximos a la falda oriental de la Cordillera.

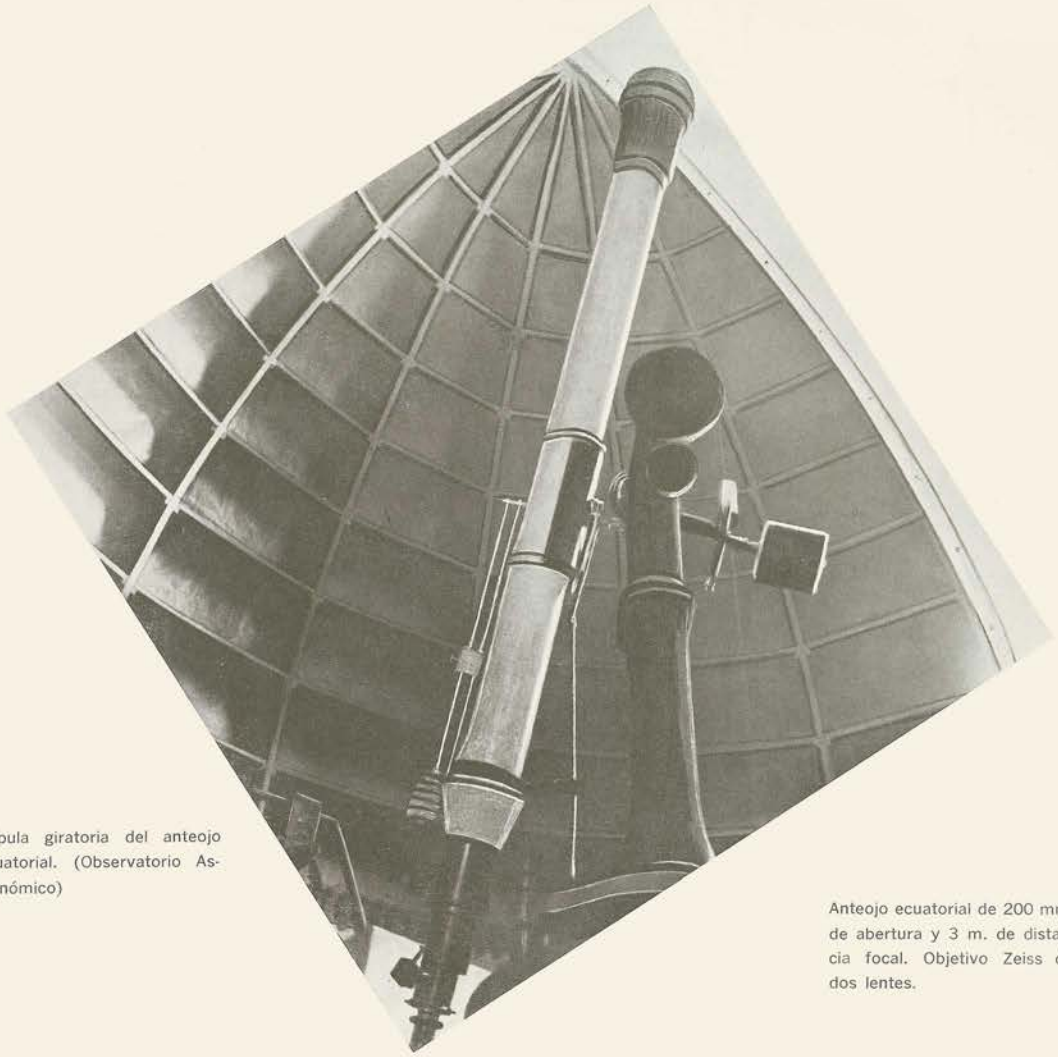
En los Llanos de las riberas del Meta y del Alto Orinoco se presentan dos estaciones claramente marcadas; extendiéndose la estación húmeda de fines de abril a fines de octubre; en tanto que al pie de la Cordillera, del río Ariari hacia el sur, llueve abundantemente casi todo el año, caracterizándose la región por extensísimas selvas, grandes ríos, y una precipitación abundante que, según Codazzi, no puede bajar de 2.50 a 3.00 metros por año. De estas regiones dice Felipe Pérez:

"Los vientos alisios del S. E., que comienzan a soplar cerca del paralelo de 30° a 35° S., también atraviesan oblicuamente el Atlántico e inciden perpendiculares sobre la costa suramericana, que se extiende desde el Cabo de San Roque hasta el Cabo de Hornos, penetrando en el interior cargados de nubes y nieblas, de las cuales se desprenden antes de pasar por encima de los Andes. La cantidad de agua que transportan a aquellos países de estupenda fertilidad, puede calcularse por la que los ríos Plata y Amazonas devuelven al océano. En suma la tierra no presenta entre los trópicos ninguna región, que como éstas, tenga delante de sí y bajo el dominio de los veinte alisios, una extensión igual de mar; de donde resulta que no hay en el mundo país intertropical tan profusamente dotado de ríos como la vasta hoya del Amazonas".

"Los dos sistemas de vientos, el del N. E. y del S. E. coinciden en el interior de la América del Sur, entre el Ecuador y el istmo del Darién. En este lugar reinan las calmas y los grandes aguaceros".

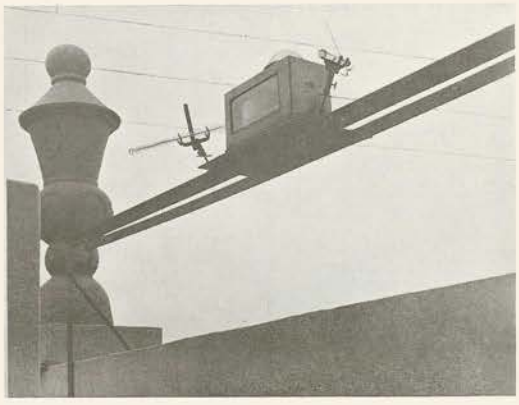
"Las circunstancias mencionadas y otros agentes meteorológicos dividen las estaciones, en la parte septentrional de la América del Sur, en seis meses de aguaceros constantes y seis meses de tiempo sereno".

"No sucede así en la hoya del Amazonas, y menos todavía en el Caquetá, puesto que en él caen, durante algunos meses del año, continuos aguaceros, y lluvias ocasionales en los restantes, tanto por la configuración de las cordilleras de los Andes, cuanto porque la mayor parte de los terrenos bajos se encuentra en la zona de las calmas".



Cúpula giratoria del anteojo ecuatorial. (Observatorio Astronómico)

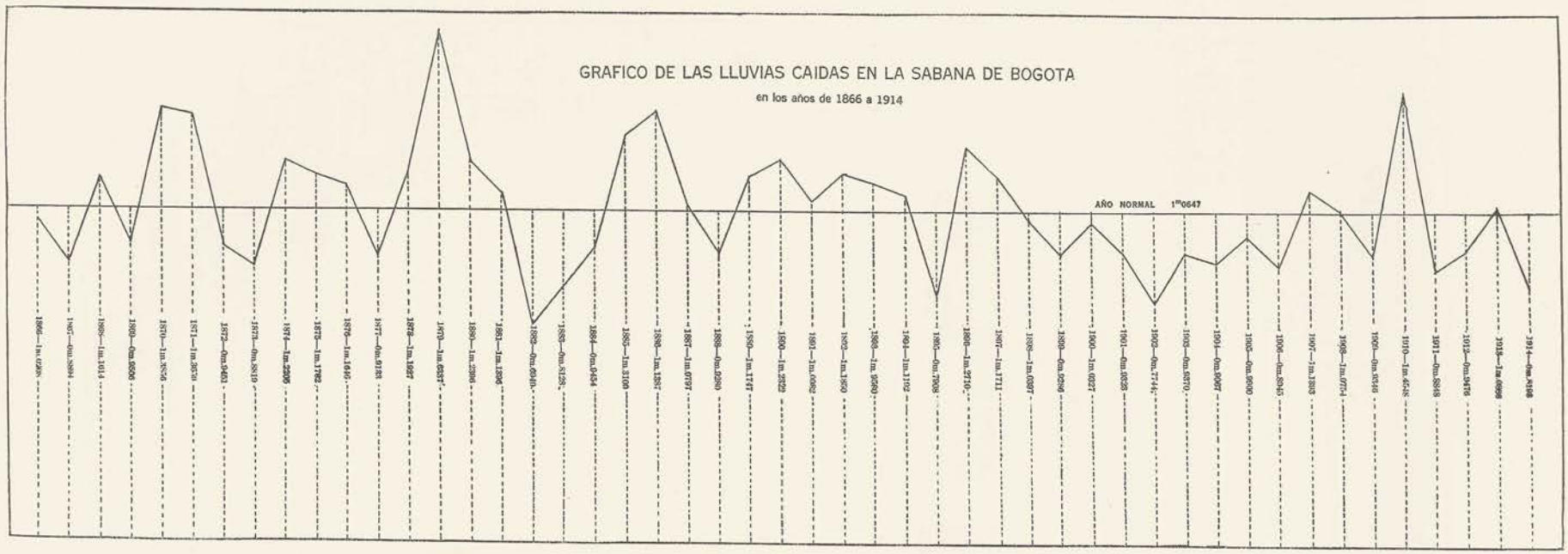
Anteojo ecuatorial de 200 mm. de abertura y 3 m. de distancia focal. Objetivo Zeiss de dos lentes.



Actinómetro registrador Fuess, con termómetros conjugados. (Azotea del Observatorio Astronómico).



Casilla para los termómetros e higrómetros registradores. (Azotea del Observatorio Astronómico)



En este gráfico, los datos de la lluvia en milímetros se refieren, de 1866 a 1893, a observaciones practicadas en un lugar de la Sabana de Bogotá, cercano al Observatorio, y de 1894 hasta 1914 a observaciones efectuadas en el propio Observatorio; de suerte que, en rigor, el conjunto de tales datos no puede considerarse como homogéneo. Pero como es necesario extender las observaciones lo más posible en un lapso de tiempo considerable, no se vacila en darles igual peso para establecer mejor el año normal y considerar los extremos posibles de máxima lluvia y de máxima sequedad. Naturalmente, que al agregar a este conjunto los datos tomados posteriormente en el Observatorio, desde 1915 hasta 1920, y de ese año hasta el presente, en la Oficina Meteorológica Central de San Bartolomé, se lograría dar a los valores promedios y extremos una probabilidad más aceptable, según se verá en un escrito posterior de esta Revista. Pero ello no quiere decir que el año normal que figura en este gráfico pueda sufrir mayor alteración, ni que se pueda sacar de los datos pluviométricos de Bogotá información más precisa que la actual, para estudiar las relaciones existentes, entre las anomalías de la lluvia en la Sabana y los ciclos meteorológicos del globo aceptados hoy por muchos meteorologistas. Claro está, como lo dijimos en otra parte del presente número, que al poseer observaciones continuas pluviométricas, desde los trabajos de Caldas hasta la fecha, hoy se podría, probablemente, llegar al establecimiento de alguna ley al respecto.—Nota de la Dirección.

"Es bien sabido que las causas de los vientos son un efecto de la diferencia de temperatura de dos puntos próximos entre sí, pues entonces se establece una corriente inferior, que va de las partes más frías hacia los puntos cálidos, y otra superior que se dirige de éstos a las partes frías. De las altas cordilleras de Quito y Pasto bajan corrientes de aire, tanto del lado de occidente como del septentrión, hacia los terrenos que se encuentran cerca del ecuador, en la región de las calmas, calentados en extremo por los rayos perpendiculares del sol; ésta es la época del verano en Mocoa y sus inmediaciones, época de fuertes vientos que coincide con los meses de diciembre, enero y febrero, y una parte de marzo. Es en esa época, es decir, del 17 al 21 de marzo, que el sol pasa del hemisferio austral al hemisferio boreal, y su presencia, en el zenit de estos países calienta y enrarece continuamente la atmósfera; rómpese, pues, el equilibrio a cada momento; condénsanse los vapores suspendidos en el aire y caen lluvias copiosas, que en abril determinan las primeras crecientes de los grandes afluentes del Orinoco y del Amazonas. Los meses de mayo, junio, julio y agosto son la época de las fuertes lluvias en estos países. Del 18 al 28 de septiembre el sol ha pasado otra vez al hemisferio austral; entonces, en este mes y en los de octubre, noviembre y diciembre, hay lluvias interrumpidas por algunas semanas de buen tiempo, por razón de que los vientos de las cordilleras trastornan el equilibrio, soplando a veces en direcciones opuestas".

Concretándonos a Bogotá y a la Sabana de su nombre, podemos estudiar las precipitaciones acuosas anuales desde el año de 1866 hasta el año de 1914, como se ve en el dibujo adjunto, que figura con el título "Gráfico de las lluvias en la Sabana de Bogotá, en los años de 1866 a 1914". En este dibujo se encuentran las cantidades de lluvia caídas, expresadas anualmente en milímetros, y figuradas por ordenadas a la escala de 1/10.

Cuadro que manifiesta las cantidades de lluvia caídas en la Sabana de Bogotá, en los años transcurridos de 1866 a 1914

Año	Cantidad	Año	Cantidad	Año	Cantidad
	mm.		mm.		mm.
1866	1.0208	1883	0.8128	1899	0.9286
1867	0.8894	1884	0.9454	1900	1.0327
1868	1.1614	1885	1.3109	1901	0.9323
1869	0.9506	1886	1.1387	1902	0.7744
1870	1.3856	1887	1.0797	1903	0.9370
1871	1.3659	1888	0.9280	1904	0.9067
1872	0.9451	1889	1.1747	1905	0.9900
1873	0.8819	1890	1.2322	1906	0.8945
1874	1.2205	1891	1.0982	1907	1.1393
1875	1.1762	1892	1.1850	1908	1.0751
1876	1.1646	1893	1.1580	1909	0.9346
1877	0.9133	1894	1.1192	1910	1.4548
1878	1.1927	1895	0.7908	1911	0.8848
1879	1.6337	1896	1.2710	1912	0.9476
1880	1.2396	1897	1.1711	1913	1.0886
1881	1.1396	1898	1.0397	1914	0.8193
1882	0.6949				

NOTA.—De estos años, el de mayor lluvia fue el de 1879, en que cayó la cantidad de 1 metro 633,4 mm., viniendo después el de 1910, con una cantidad de 1 m. 455 mm. (En este año se presentaron inundaciones en la Sabana de Bogotá y en el valle del Magdalena). El año de mayor sequedad fue el de 1882, pues solamente cayeron 0 metros 695 mm. Por consiguiente, los años de 1879 y 1882 marcan los límites extremos dentro de los cuales oscila la cantidad de agua caída en la Sabana de Bogotá.

Los datos de 1866 a 1893 fueron tomados cuidadosamente por el señor doctor Juan de Dios Carrasquilla, en un lugar próximo a la ciudad de Bogotá, situado dentro de los límites de la altiplanicie, y en condiciones semejantes, de presión y temperatura, a las de Bogotá; en tanto que las correspondientes al intervalo comprendido entre 1894 y 1914 se deducen de observaciones practicadas en el Observatorio, con un mismo pluviómetro que fue comparado últimamente con otro de tipo diferente.

Durante los veintisiete años anotados por el doctor Carrasquilla, el promedio anual es de $1^{m}.1053$, en tanto, que de 1894 a 1914 este promedio es próximamente de $1^{m}.010$. La diferencia apuntada puede atribuírse a condiciones locales o a diferencias ligeras en los instrumentos usados (no se sabe cuál fue el pluviómetro empleado por el doctor Carrasquilla). Parece que priva la primera causa, por cuanto el lugar de observación escogido por el doctor Carrasquilla queda en proximidad a la serranía occidental de la altiplanicie, donde la condensación es un poco mayor que en Bogotá.

De todas maneras, la diferencia es insignificante y demuestra que, para cualquier lugar de la altiplanicie, el promedio anual de la precipitación es próximamente de un metro, y que la poligonal trazada, desde 1866 hasta 1914, corresponde bastante bien a las cantidades de agua caídas en los lugares situa-

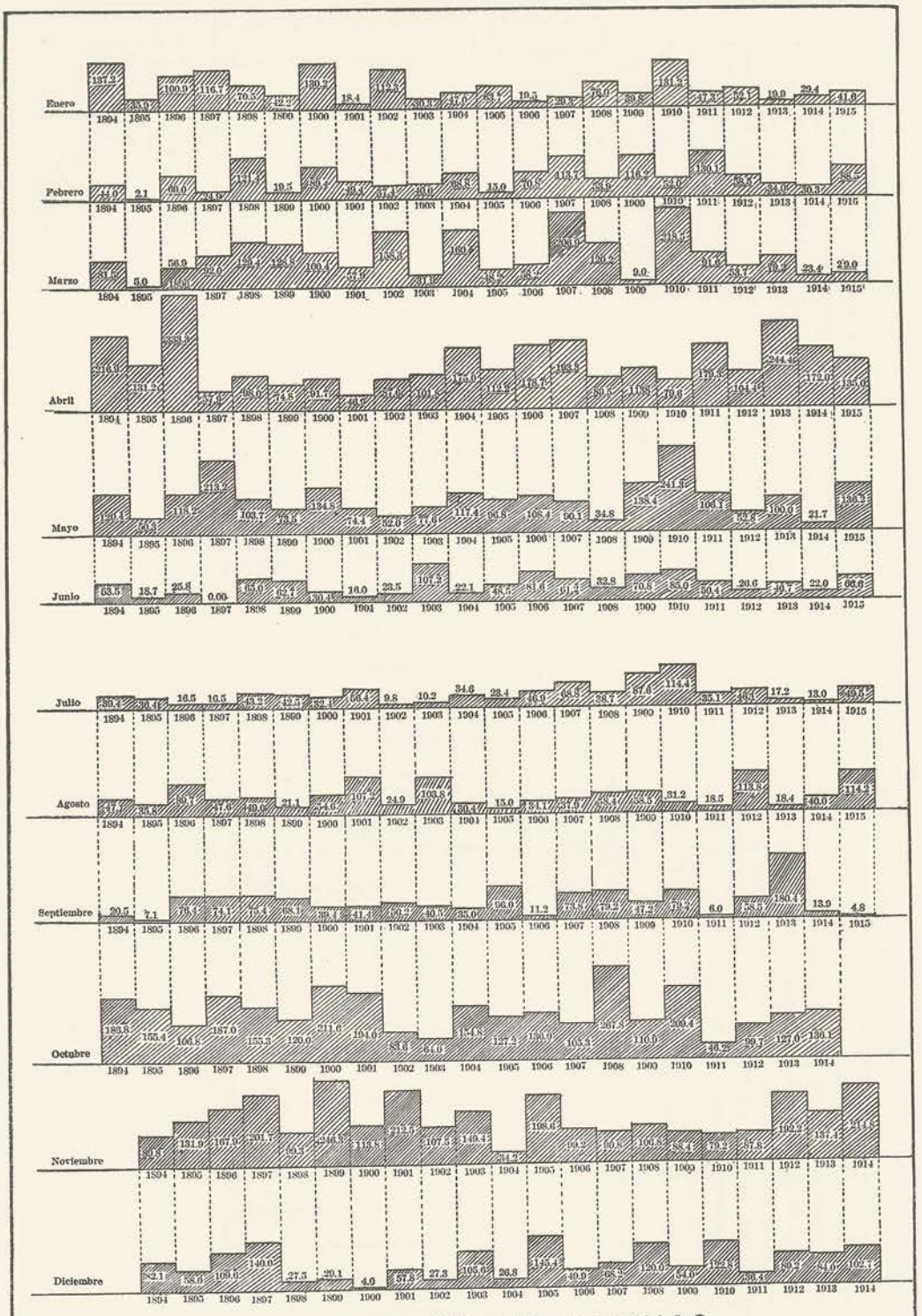
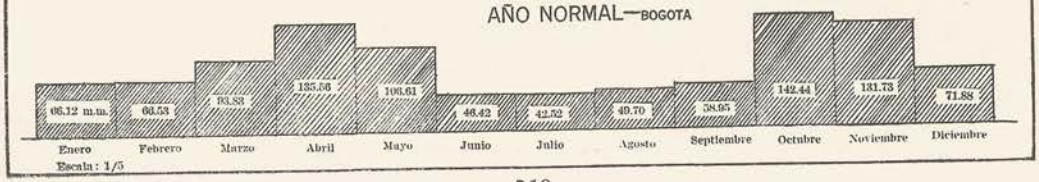


GRAFICO DE LAS LLUVIAS

Comparación (en milímetros) de las cantidades caídas en todos los meses del año, en el transcurso comprendido entre 1894 y 1915.—Bogotá.

AÑO NORMAL—BOGOTA



dos en condiciones análogas, como Tunja, Ubaté, Sogamoso y demás poblaciones colocadas en la parte central de la Cordillera Oriental.

En el cuadro respectivo, se pone de manifiesto que durante el lapso comprendido entre 1866 y 1914 (un espacio de 48 años), el año más seco en la Sabana de Bogotá, es decir, el de menos precipitación, fue el de 1882, al cual corresponde una cantidad caída de 0.m. 695 y el de mayor lluvia, el de 1879, con una precipitación de 1 m. 635. De suerte que la diferencia de 0 m. 939 es casi una vez y media el mínimum registrado.

Así, pues, los límites entre los cuales oscila la cantidad de lluvia registrada anualmente, se encuentran tan separados que, juntamente con la ninguna periodicidad (como se ve observando el gráfico respectivo), no permiten preveer nada al respecto. A un año seco sucede otro más seco, u otro húmedo; pueden presentarse dos años seguidos con precipitación abundante, o un año muy seco y otro, a continuación de lluvias excepcionales, sin que en esto medie ley de ninguna clase, ni se encuentre período definido. Por estas razones la previsión del tiempo en las altiplanicies y vertientes de la Cordillera, que se encuentren en condiciones semejantes a las de la Sabana de Bogotá, parece prácticamente imposible.

Comprueba esta afirmación el hecho de que registrando en los cuarenta y ocho años dichos, las variaciones de la actividad solar, no se encuentre correspondencia entre los máximos y mínimos de ésta (mayor o menor superficie manchada del sol), con las precipitaciones acuosas máximas o mínimas.

Según Flammarion, en los años de 1872, 1883, 1893 y 1904, que corresponden al ciclo hallado, de diez a doce años, se debe registrar el máximo de actividad solar, con mínimas correspondientes a los años de 1889 y 1901. Ahora bien, tales máximos de actividad no coinciden en manera alguna, con las mayores precipitaciones, ni los períodos de mínima con los años de menor precipitación; de suerte que, por lo menos, en las altiplanicies de la zona intertropical americana, nada tienen que ver las manchas solares con la precipitación anual. Esta es enteramente caprichosa y no se sujeta a ley ninguna conocida. Ni siquiera se comprueba la existencia del ciclo de Bruckner, de treinta y cinco años.

Conviene advertir que los años de más grandes lluvias y los de mayor sequedad, registrados en la Sabana de Bogotá, concuerdan con los mayores inviernos (épocas de lluvia) y con los grandes veranos (épocas secas) que se registran en los valles grandes, situados entre las cordilleras principales, tales como el valle del Magdalena, en su parte central. En los años de 1879 y 1910 ocurrieron grandes inundaciones, tanto en la Sabana de Bogotá, como en el Tolima y en el Bajo Magdalena.

Considerando ahora la distribución de la lluvia en todos los meses del año, veamos los dibujos que, bajo el título de *"Gráfico de las lluvias en Bogotá"*, ponen de manifiesto las cantidades caídas mes por mes, desde 1894 hasta 1915.

Cuadro que manifiesta las cantidades de lluvia caídas en Bogotá en los años de 1894 a 1915

Años	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1894..	137.2	44.0	81.5	216.9	120.4	53.5	39.4	47.1	20.6	186.8	89.8	82.1
1895..	35.9	2.1	5.0	131.2	50.3	18.7	36.4	35.8	7.1	155.4	131.9	58.0
1896..	100.9	69.0	56.9	333.3	118.2	25.8	16.5	89.7	76.4	106.8	167.9	109.6
1897..	116.7	24.4	92.0	57.0	213.2	00.0	16.5	47.6	74.1	187.0	201.7	140.0
1898..	70.5	121.4	129.4	98.0	103.7	65.0	45.2	49.0	75.4	155.3	99.3	27.5
1899..	42.2	19.5	128.8	74.8	73.5	62.7	42.5	21.1	68.1	120.0	246.3	29.1
1900..	130.2	89.4	100.4	91.7	134.8	30.4	32.4	54.6	39.4	211.6	113.8	4.0
1901..	18.4	49.4	57.9	46.9	74.4	16.0	56.4	107.2	41.4	194.0	212.5	57.8
1902..	112.3	37.4	158.3	87.6	52.0	23.5	9.8	24.9	50.2	83.6	107.5	27.3
1903..	30.3	40.0	31.6	101.8	77.5	107.2	10.2	103.8	40.5	64.0	149.4	105.6
1904..	47.0	68.8	160.6	175.0	117.4	22.1	34.6	30.4	35.0	154.8	34.2	26.8
1905..	63.7	15.0	48.2	112.2	96.8	48.5	23.4	15.0	96.0	127.2	198.6	145.4
1906..	19.5	70.8	58.2	178.7	108.4	81.6	46.9	34.1	11.2	136.0	99.2	49.9
1907..	29.3	113.7	206.9	193.3	90.1	61.2	68.8	37.9	73.8	105.3	90.8	68.2
1908..	76.0	53.9	120.2	89.5	34.8	32.8	38.7	55.4	79.2	267.8	106.8	120.0
1909..	39.8	116.2	9.0	113.8	138.4	70.8	87.6	58.5	47.2	110.9	88.4	54.0
1910..	132.2	52.0	218.5	79.6	241.3	85.0	114.4	31.2	79.2	209.4	79.2	122.8
1911..	47.3	130.1	91.6	179.3	106.1	50.4	35.1	18.5	6.0	46.2	87.8	36.4
1912..	52.1	58.5	53.7	104.4	52.8	26.6	46.1	113.8	58.5	99.7	192.2	89.2
1913..	19.9	34.0	79.2	244.4	100.0	46.7	17.2	18.4	180.4	127.0	137.4	84.0
1914..	29.4	30.3	23.4	172.0	21.7	22.0	13.0	40.0	13.9	136.1	214.8	102.7
1915..	41.6	86.5	29.0	135.0	136.2	66.6	49.5	114.4	4.8	130.0	.....	.....

En esos dibujos las ordenadas representan con la escala de 1/10 la lluvia mensual, en milímetros, registrada en el Observatorio de Bogotá.

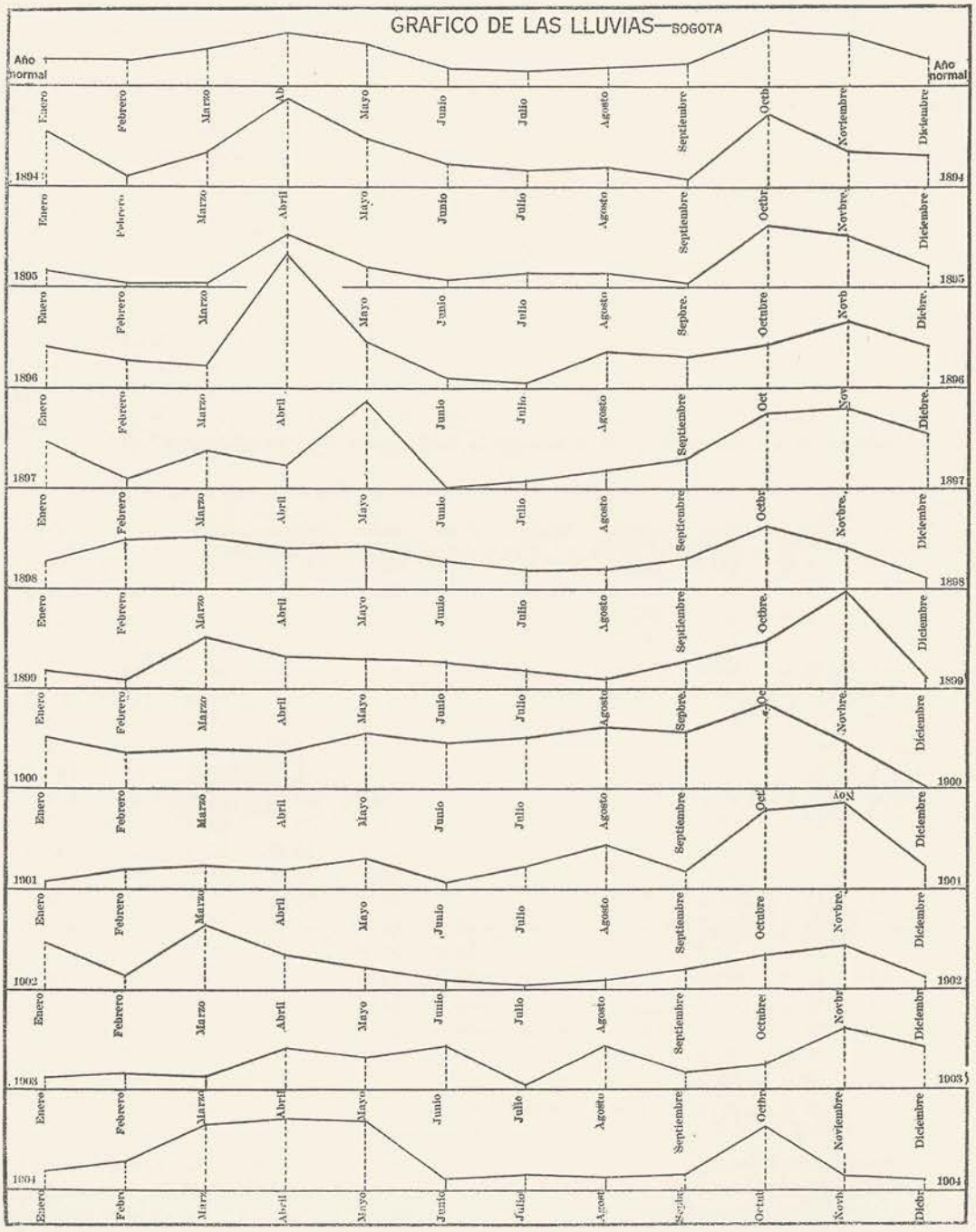
Como las cantidades correspondientes al mismo mes, se corresponden en línea vertical, es fácil, a simple vista, comparar un año cualquiera con el

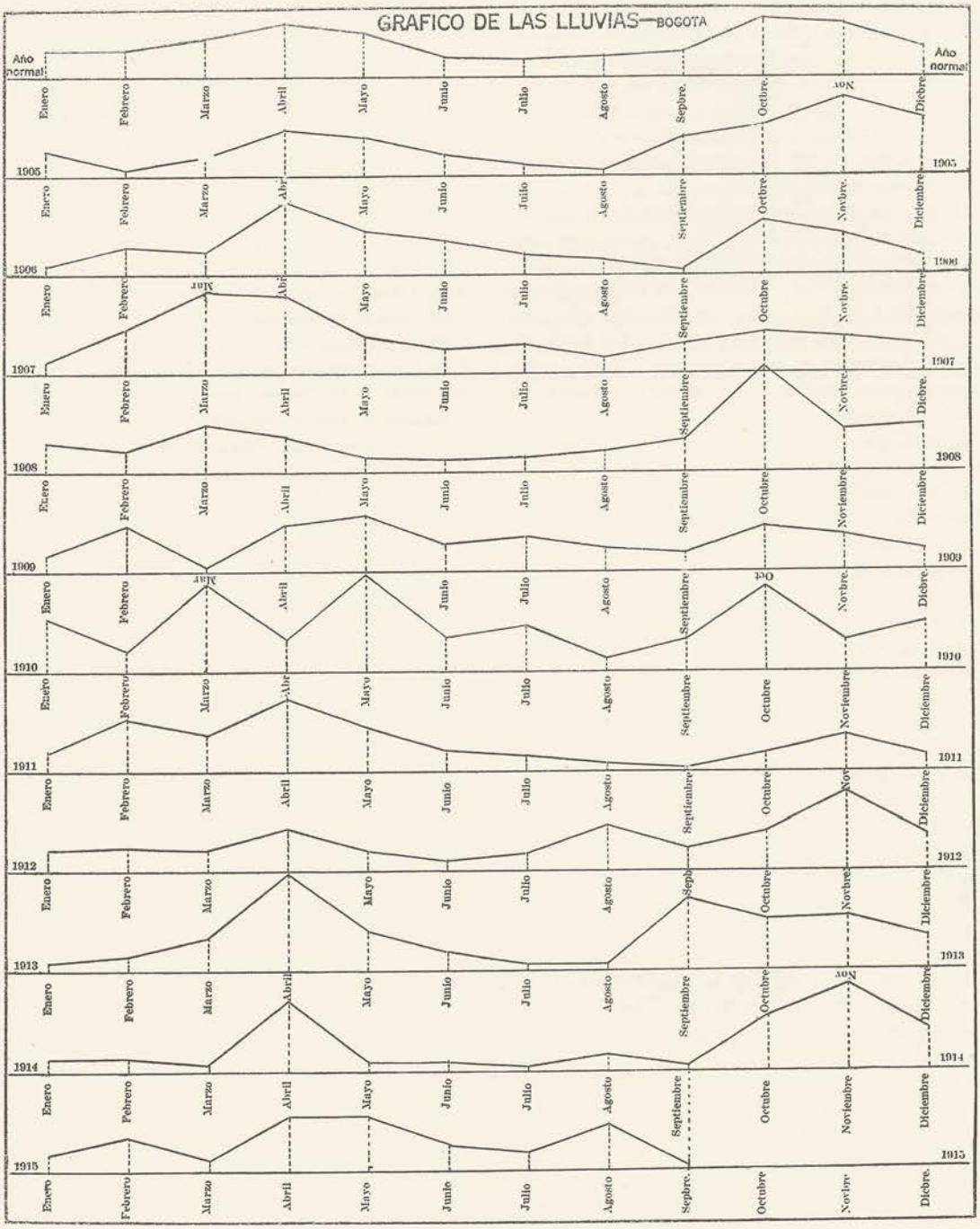
normal, cuya poligonal encabeza el cuadro. El año normal presenta dos estaciones lluviosas y dos secas.

De la inspección de las figuras aparece que es raro el año que en la distribución de la lluvia se aproxime al normal. A veces sucede que se presenta un avance en las estaciones, otras veces que ocurre un retardo y otras, como en el año de 1900 (en que los meses de marzo, abril y mayo fueron de menor lluvia que los restantes del año) en que se invierten las estaciones y se altera completamente el orden de los fenómenos meteorológicos.

Para juzgar de las alteraciones que pueden ocurrir en la distribución mensual de la lluvia, se dibujó el "Gráfico de las lluvias (comparación en milímetros) de las cantidades caídas en todos los meses del año, en el transcurso comprendido entre 1894 y 1915". (Página 218).

En el dibujo en cuestión, aparecen claramente marcadas las cantidades caídas en los doce meses del año, desde 1894 a 1915; allí se echa de ver que, si en las precipitaciones anuales hay irregularidad manifiesta, en las precipitaciones mensuales también se presentan irregularidades notables. Por ejemplo, durante los veintiún años a que se refiere el cuadro, el mes de abril varió de un mínimo de 46.9 mm. (en 1901) a un máximo de 333.3 mm. (en





1896); el mes de junio varió de un máximo (107.2 mm.) en 1903 a cero, en 1897. Las oscilaciones mensuales pueden, pues, ocurrir entre los dos límites extremos: 0 mm. y 333.3 mm. Dentro del mismo mes ocurren alteraciones frecuentes, presentándose la lluvia en grandes aguaceros (se han registrado aguaceros torrenciales que han pasado de 50 mm.) o en forma de lloviznas continuas.

Los hechos consignados hasta ahora demuestran, a nuestro modo de ver, que las previsiones que se refieren a la lluvia son infundadas. El mismo doctor Carrasquilla, quien había llegado a creer posible la previsión, por medio de un estudio detenido de cada localidad, de la distribución de la lluvia, se convenció, después de treinta años de observaciones, de que esto era casi imposible. En 1894 escribía:

"Hasta hoy, por las observaciones practicadas, por el estudio de los cuadros meteorológicos, podemos decir que hay en el año dos estaciones lluviosas y dos secas, y explicarlas; pero de ahí no pasan nuestros conocimientos; al tratar de aplicarlos a determinado día, fracasamos. Para ello sería preciso estudiar mejor la meteorología de cada lugar; fijar con todo rigor la dirección e intensidad de cada viento local, y tener para ello en cuenta to-

das las circunstancias del meteoro que se estudia.

"Hay, sin embargo, datos que sirven para simplificar el problema y que tienden por consiguiente a su resolución. Hemos demostrado con observaciones precisas, que las variaciones de la presión no influyen directamente sobre las lluvias; podemos, pues, prescindir de las variaciones de la presión para el estudio de las lluvias.

"Las fases de la luna, que tánto han dado que decir, no ejercen la menor influencia sobre las lluvias, como ya varias veces lo hemos demostrado. En efecto, examinando los cuadros de observaciones meteorológicas, en que están anotados los días de lluvia y su cantidad, por una parte, y las fases de la luna, por otra, no es posible hallar ninguna relación que permita atribuír a la influencia lunar la causa de las lluvias.

"Podemos, pues, suprimir la influencia lunar en el estudio del problema de las lluvias, y concentrar toda la atención a los vientos, que a su turno son manifestaciones de las diferencias de temperatura que se hacen en la atmósfera. Este es el punto esencial, aquí está la solución del problema. Mientras no se hagan numerosos los observatorios meteorológicos, no se puede esperar nada, porque las observaciones aisladas no permiten llegar a un resultado satisfactorio. Conociendo la dirección del viento en distintas localidades, situadas a poca distancia unas de otras, se podría esperar este resultado; en una sola estación es casi imposible".

Se puede avanzar un poco más la tesis del doctor Carrasquilla, observando que, como la presión atmosférica varía muy poco y el barómetro no sirve, lo mismo que en las zonas templadas, para anunciar cambio de tiempo, en la zona ecuatorial quedan generalmente indeterminadas las relaciones de humedad y condensación en las altas regiones de la atmósfera.

La extremada movilidad de la atmósfera se hace sensible hasta en un recinto cerrado, en donde el aire esté aparentemente en reposo; allí un rayo luminoso pone de manifiesto partículas ligeras en suspensión, que se mueven en todos sentidos con velocidades variables, según corrientes del fluído, que obedecen a variaciones insignificantes de presión, volumen y temperatura. Estas variaciones son pequeñísimas y, sin embargo, pueden influír en la formación y la condensación del vapor de agua. Así, pues, aun en el caso de una atmósfera aparentemente en reposo, cuando el anemómetro no acusa la más ligera brisa, deben existir diversas corrientes que determinan fenómenos de condensación o evaporación, independientes de causas que se puedan registrar con nuestros instrumentos meteorológicos.

Además, una causa que produce un efecto determinado, como el caldeamiento por los rayos solares de una porción definida de la atmósfera, que origina movimientos del aire circunvecino hacia dicha región, puede producir un efecto contrario, si se interpone la masa de nubes debida a la condensación de los vapores, por enfriamiento en una región más alta. De manera que, aun conociendo sobre la superficie terrestre la velocidad y dirección de las corrientes aéreas, en lugares próximos, como lo quiere el doctor Carrasquilla, nada se puede adelantar.

Por la experiencia que se tiene del clima de la altiplanicie de Bogotá, podemos afirmar que sólo es posible conocer la distribución general de las lluvias (la que figura en los gráficos), siguiendo los movimientos del paralelo de mayor temperatura.

En la zona intertropical el aire caldeado por el sol, cuyos rayos inciden normalmente, se halla en continuo ascenso, y es reemplazado por el más frío que afluye de los hemisferios laterales, formando una faja, movible con el paralelo de mayor temperatura, y al cual acompaña en su oscilación anual. Esa faja o zona de calmas, como se quiera llamar, es de lluvia permanente, porque el vapor de agua que contiene el aire se condensa hasta la saturación, al ascender a las altas regiones de la atmósfera, por el enfriamiento que allí sufre. El movimiento anual de esta zona de lluvias determina las estaciones, ya indicadas someramente, en las varias regiones del país, con las modificaciones anotadas, que se deben a influencias locales.

Siguiendo esta idea primordial y adaptándola a las condiciones locales de Bogotá, el actual Director del Observatorio, doctor Julio Garavito A., dio la explicación completa del fenómeno de las cuatro estaciones y de las irregularidades que éstas presentan en la Sabana, en un opúsculo que publicó en 1899, bajo el epígrafe de "Clima de Bogotá". Las observaciones practicadas desde entonces hasta la fecha, no han hecho sino comprobar lo afirmado allí por el doctor Garavito.

Por supuesto que, si es inútil pretender un conocimiento completo de la distribución de las lluvias y prever los cambios que ésta pueda sufrir, es conveniente conocer un promedio de las precipitaciones en cada región y las cantidades máximas y mínimas que caractericen su régimen pluviométrico. Utilísimo sería, sin duda, para la agricultura conocer de antemano las épocas de verano o invierno, mas ya que esto no es posible, por lo menos, se debe tener una idea del clima de cada región, llevando un registro pluviométrico en varias regiones del país y una anotación de los vientos reinantes.

Si mes por mes se toman todos los datos recogidos y se colocan en la Carta de la República, es probable que muchas irregularidades queden explicadas dentro de un término de diez años. Ya se conoce completamente el clima de Bogotá, mas falta por determinar el del resto de la comarca, y el medio que indicamos para ello es el más sencillo.

La conducción de una estación pluviométrica es sencilla: puede encargarse de ella a un individuo cualquiera y no requiere mayor atención, sobre todo si se hace uso en ella de un pluviómetro registrador. Una estación pluviométrica debe componerse de un pluviómetro, un anemómetro y una veleta.

En el Observatorio de Bogotá se recibirían, una vez erigido en estación central, al establecerse este servicio meteorológico, los datos referentes a la cantidad de lluvia caída, dirección predominante

del viento y velocidad media del mismo, datos provenientes de regiones diversas y sometidas a influencias locales distintas. Así, tal vez, se llegarían a conocer mejor las perturbaciones en la distribución de la lluvia.

Además de lo dicho, los datos pluviométricos prestan servicios importantes para elaborar los proyectos de irrigación, de acueductos, de canales, etc., en dondequiera que sea necesario conocer la cantidad media de lluvia, en cierto tiempo y las máximas precipitaciones.

Para terminar esta parte del presente estudio, indicamos las poblaciones de la República en donde convendría establecer estaciones pluviométricas, e insinuamos la mejor manera de organizar un Servicio Meteorológico centralizado.

En este sentido se podría, por medio de algún decreto orgánico, disponer:

Primero.—Que el Observatorio Nacional sea Estación Meteorológica central, provista de instrumentos registradores;

Segundo.—Que los Observatorios meteorológicos de Popayán, Barranquilla y Medellín envíen mensualmente a éste, los datos que recojan y la descripción de los aparatos usados;

Tercero.—Que se establezcan estaciones meteorológicas en los siguientes lugares (véase el mapa): Cartagena, Santa Marta, Riohacha, Valledupar, Chiriguaná, Turbo, Quibdó, Magangué, Cúcuta, Manizales, Puerto Berrío, Montería, Aicandí, Honda, Bucaramanga, Tunja, Arauca, Orocué, Támara, Girardot, Florencia, Ibagué, Neiva, Cartago, Cali, Buenaventura, Mocoa, Pasto, Túquerres, Barbacoas y Tumaco. (Estas estaciones se reparten así porque creemos que su situación relativa es conveniente, ya por cuanto presentan facilidades para el establecimiento de las estaciones, ya porque dan las condiciones locales de toda la región en donde se encuentran, y

Cuarto.—Que en las estaciones pluviométricas presten el servicio los maestros de escuela, mediante un pequeño sobresueldo, y que la organización del Servicio Meteorológico quede a cargo del Ministerio de Instrucción Pública.

* * *

FIJEZA RELATIVA DE LA PRESION ATMOSFERICA — ALTIMETRIA POR MEDIO DEL BAROMETRO

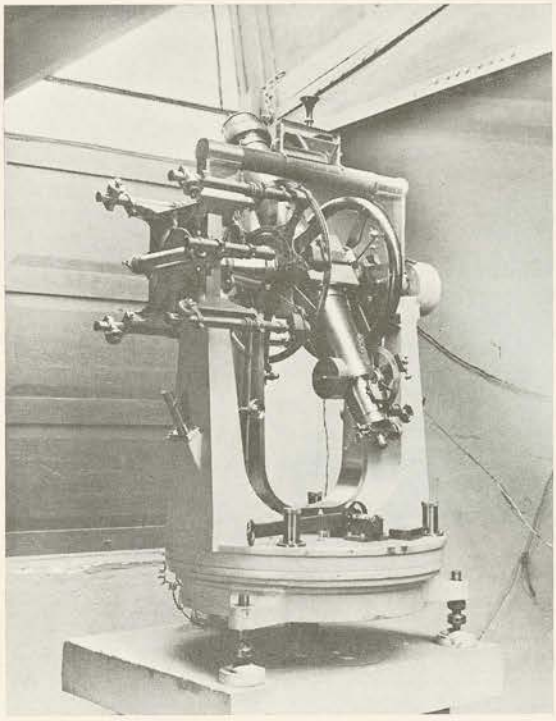
Para poner de relieve la diferencia esencial que existe entre las variaciones del barómetro en las zonas templadas y en la vecindad del ecuador, copiamos a continuación el cuadro siguiente, debido al doctor Carrasquilla:

Paralelo entre la presión de Bogotá y la de París en 1897

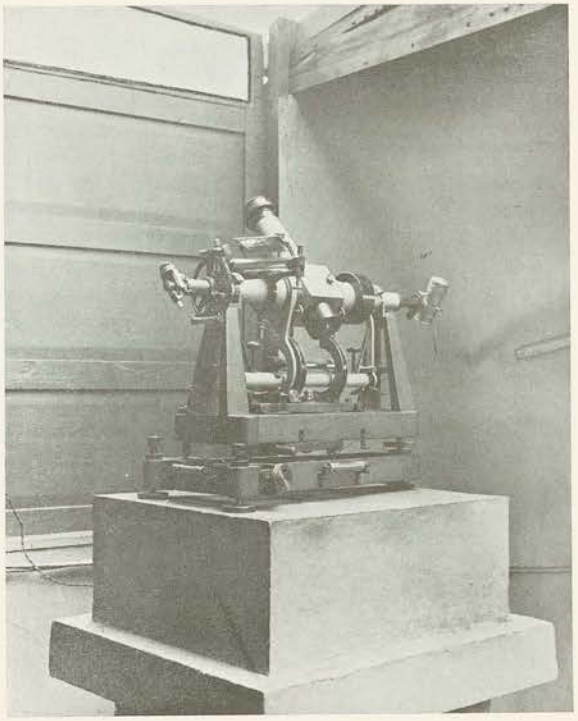
	BOGOTA				PARIS			
MESES	**Término medio**	**Mínimo**	**Máximo**	**Diferencias**	**Término medio**	**Mínimo**	**Máximo**	**Diferencias**
Enero	560.77	558.56	563.28	4.72	753.98	737.07	770.82	33.75
Febrero	561.17	560.10	563.45	3.35	762.58	742.18	774.49	32.23
Marzo	560.78	560.10	563.28	4.82	754.11	744.24	763.10	18.86
Abril	561.15	559.19	563.58	4.29	754.82	732.23	766.74	34.51
Mayo	561.12	559.18	563.68	4.40	756.63	744.25	766.50	22.25
Junio	561.39	559.23	563.98	4.35	758.92	752.63	763.33	14.40
Julio	561.27	559.19	563.32	4.13	758.49	749.35	765.57	16.22
Agosto	561.41	559.78	563.98	4.20	756.34	749.84	760.57	10.73
Septiembre ..	561.37	559.18	563.58	4.40	758.88	747.95	767.68	19.73
Octubre	560.99	559.18	563.58	4.40	762.03	749.62	768.79	19.17
Noviembre ...	560.20	559.03	561.88	2.85	763.29	745.82	774.54	28.72
Diciembre ...	560.34	558.63	562.48	3.85	753.29	746.94	771.52	24.58
Promedios ...	560.99	559.14	563.29	4.15	757.78	745.17	768.13	22.95

La simple inspección del cuadro anterior, llama la atención por las diferencias tan notables que presenta. Es por eso que el barómetro pierde, en la zona ecuatorial, su importancia como instrumento meteorológico y la gana como instrumento de ingeniería, máxime en países montañosos como Colombia. La altimetría por medio del barómetro de mercurio, del hipsómetro o del barómetro aneroide es mucho menos complicada, en las regiones situadas dentro de los trópicos, que en las regiones de las zonas templadas, donde las observaciones de altura deben ser siempre simultáneas. Así, pues, como lo había previsto Caldas, el estudio de las variaciones periódicas de la presión atmosférica tiene importancia capital para las medidas de las alturas, en las nivelaciones barométricas, que ordinariamente se emplean para los reconocimientos, pues la regularidad y falta de amplitud en la oscilación periódica de la presión atmosférica permite usar el barómetro como instrumento suficientemente exacto en gran número de aplicaciones de esta clase.

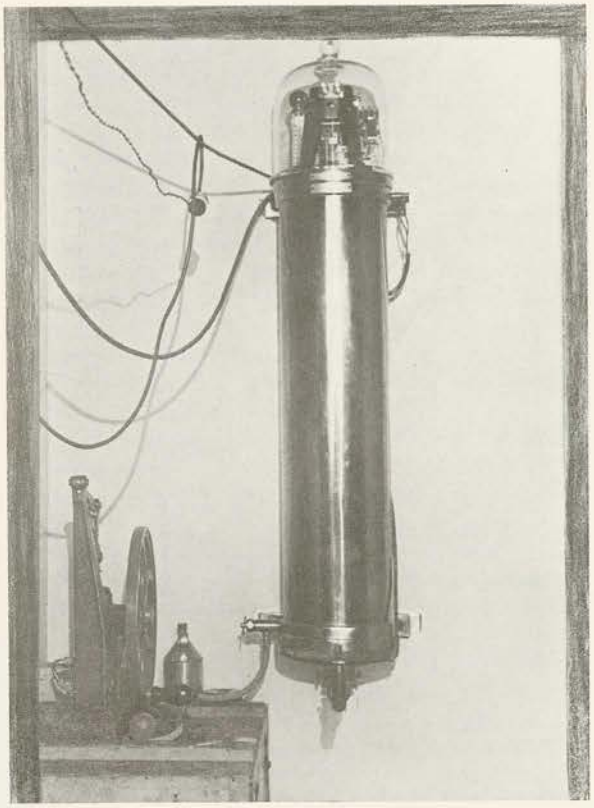
Por estas razones es que una de las principales preocupaciones del Observatorio ha sido determinar muy bien la curva indicadora de las dobles os-



Círculo meridiano de "la Filotécnica" de Milán, de 80 mm. de abertura y 90 cm. de distancia focal con micrómetro impersonal (Casilla meridiana. Observatorio Astronómico)



Anteojo de pasos Hayde (tipo Bamberg), con escala micrométrica especial para el método de Talcott. (Observatorio Astronómico)



Péndulo libre, al vacío, de "Shortt", con sus accesorios. Este péndulo está conectado eléctricamente con el que se encuentra en la casilla meridiana. (Observatorio Astronómico)



Péndulo sideral y aparato radiotelegráfico para el recibo de señales horarias. Casilla meridiana (Observatorio Astronómico)

cilaciones del barómetro, lo mismo que hallar la altura barométrica completamente corregida. También nos hemos propuesto facilitar, por cuantos medios se ha podido, a los ingenieros del país la confrontación y patronaje de sus barómetros, hipsómetros y aneroides.

En desarrollo de esta idea, durante mucho tiempo se han practicado las observaciones horarias del barómetro, primeramente cada dos horas y cada tres últimamente, para determinar de una manera absoluta las variaciones diurnas y las anuales. Estas observaciones se han hecho con un barómetro de "Fortin", de cubeta, con fondo movible, un tubo de 8 mm. de diámetro y han dado los siguientes resultados, como valores medios, en cerca de veinte años.

Variaciones diurnas:

8 horas a. m., 0.561.0 m.m.
9 horas a. m., 0.561.2 m.m. (máx.)
10 horas a. m., 0.561.0 m.m.
12 horas m. 0.560.0 m.m.

Máxima nocturna, a las 10 p. m., 0.560.8 m.m.;
2 horas u. m., 0.559.3 m.m.
4 horas p. m. 0.558.8 m.m.
6 horas p. m., 0.559.3 m.m.
8 horas p. m., 0.560.2 m.m.
Mínima nocturna, 3 horas 30^m p. m., 0.559.4 m.m.

La presión media, sacada de estos datos, resulta ser de $0.^m$ 569.1, y debe ser corregida del error índice del barómetro. La determinación de este error índice la hicimos por medio de un catetómetro "Perreaux", arreglado personalmente por nosotros, y que se empleó en determinar la distancia del enrace del mercurio a la división 550^{mm} de la escala. Después de cierto número de lecturas, hechas con todas las precauciones usadas, sacamos como error medio de la escala $= 0.35^{mm} = 0.05^{mm}$ por exceso; de donde se deduce que la presión media verdadera es de $0.^m559.5$ o 0.559.8 metros.

Esta altura asignada a la columna barométrica difiere de la que corresponde, en las tablas de Regnault, a la temperatura de ebullición del agua en Bogotá, según Liévano, en la cantidad de $1.^{mm}126$.

La marcha seguida para la reducción de las observaciones del barómetro ha sido la siguiente:

Si B_o es la altura barométrica, reducida a cero, se pone: $B_o = B_t - e + c - \gamma - \theta$. Fórmula en la cual B_t es la altura barométrica observada a $t°$, e es le error índice, determinado como se dijo, c la corrección de capilaridad para un tubo de 8 milímetros de diámetro interno, θ la corrección de temperatura, por dilatación cúbica aparente del mercurio y dilatación lineal de la escala y γ la corrección de la gravedad. Esta corrección ha sido calculada por la fórmula de Clarke.

Pongamos

$$g = \frac{G}{1 + 0.002606\ cos\ 2l} \cdot \frac{1}{1 + \frac{2h}{r}}$$

en la cual g es la intensidad de la gravedad a la latitud l y a la altura h sobre el nivel del mar, G la intensidad de la gravedad al nivel del mar y a la latitud de 45° y r radio de la tierra correspondiente al lugar.

Si llamamos B'_o la altura barométrica corregida de los tres primeros errores se pone:

$$\frac{B_o}{B'_o} = \frac{g}{G} = \frac{1}{1 + 0.002606\ cos\ 2l} \cdot \frac{1}{1 + \frac{2h}{r}}$$

y como

$$\gamma = B'_o - B_o = B'_o \left[1 - \frac{1}{1 + 0.002606\ cos 2l} - \frac{1}{1 + \frac{2h}{r}} \right]$$

se tendrá, para

$l = 4°35'55''2$ $\quad h = 2640$ metros
$r = 6\,378000$ metros: $\quad \gamma = 0.0034\ B'_o$.

Las oscilaciones anuales, dadas mes por mes, del barómetro corregido, son:

	Media mensual	Oscilación		Media mensual	Oscilación
		mm.			mm.
Enero	0.55995	2.5	Julio	0.56040	1.9
Febrero	0.56020	2.2	Agosto	0.56025	2.7
Marzo	0.55980	2.3	Septiembre	0.56020	2.7
Abril	0.55995	2.6	Octubre	0.55980	2.7
Mayo	0.56010	2.5	Noviembre	0.55945	2.6
Junio	0.56035	2.1	Diciembre	0.55950	2.5

Este cuadro y el gráfico de las variaciones diurnas muestran cuál es la amplitud máxima de la oscilación. Según esto, los valores anotados por el doctor Carrasquilla son demasiado grandes.

* * *

Concluyamos esta parte estudiando brevemente el aparato para corrección de barómetros aneroides, cuyo dibujo se acompaña. Compónese en sus partes esenciales, de una caja de palastro de doble fondo G provista de un aro, al cual se sujeta, entre arandelas de goma elástica, y por medio de fuertes tornillos de presión, un vidrio grueso. En el interior de la caja se colocan los instrumentos que se van a patronar, sobre un soporte de pies de corcho, en el cual se coloca también un termómetro. El tubo T' de acceso a la caja, viene de un depósito de palastro D donde se comprime el aire por medio de una bomba de mano B. El depósito está provisto de un manómetro de resorte y de dos llaves, para

cerrar o abrir las comunicaciones con la caja o con la bomba de compresión. El tubo *T''* provisto de su llave respectiva, termina en un manómetro de mercurio *M*.

Para elevar gradualmente la temperatura, entre el doble fondo de la caja *C* se calienta agua lentamente por medio del hornillo *H* agua que se puede enfriar por medio de hielo machacado.

La lectura de la columna de mercurio se hace con el catetómetro. Este aparato, así descrito sirve para hacer marcar al aneroide que se ensaya, presiones crecientes desde 560 mm. hasta 800 mm. de mercurio. De centímetro en centímetro, se leen el aneroide y la altura de la columna en el manómetro. Después se lee el barómetro de Fortin, y a la altura barométrica se agrega la manométrica. La suma representa la altura de la columna para la presión indicada, una vez hechas las correcciones de capilaridad, temperatura y gravedad.

La diferencia entre este resultado y la lectura del aneroide, a la temperatura marcada por el termómetro interior, da el error del aparato a esa presión.

CONCLUSION

Una lectura atenta de la presente *Memoria,* en donde he procurado historiar de la mejor manera el desarrollo de los estudios meteorológicos en Colombia, y donde he puesto de manifiesto el estado actual de este Servicio oficial en la República, llevará al espíritu la idea de que en este terreno se presenta un campo de investigación inexplorado aún. Relativamente mucho se ha hecho en este sentido, mas queda todavía gran parte por hacer, tratando de extender los estudios climatológicos a todas las regiones del país que hasta ahora son casi desconocidas para la Meteorología.

El fin práctico de este trabajo es, en consecuencia, indicar la necesidad de ampliar el radio de las observaciones organizando un Servicio Meteorológico Nacional que continúe la obra del Observatorio de Bogotá, siguiendo las indicaciones que en el día son fruto de una experimentación relativamente larga y cuidadosa.

Natural parece, pues, terminar el estudio que presento con el siguiente proyecto de ley, que puede someterse a la aprobación del próximo Congreso:

"1º—Por el Ministerio de Instrucción Pública se procederá a la organización del Servicio Meteorológico del país, tan pronto como esta ley sea promulgada. Tal organización se hará en detalle, consultando las necesidades de la Nación y la marcha de servicios similares en otras repúblicas americanas.

"2º—El Director del Observatorio Astronómico Nacional será el Jefe de este Servicio; y en cuanto a plan científico de observaciones, se seguirán desarrollando los métodos empleados hasta ahora por el Observatorio, con las modificaciones que consulten mejor las necesidades de la Estadística agrícola y de la fluviometría del territorio.

"3º—Por el Ministerio de Instrucción Pública se darán los pasos conducentes a obtener la colaboración eficaz, en esta obra, de los Observatorios Meteorológicos de la Universidad de Antioquia, de los RR. PP. Agustinos de Barranquilla y de la Universidad del Cauca.

"4º—Por el mismo Ministerio se encargará, mediante un sobresueldo mensual, a los señores profesores de Física de los establecimientos enumerados a continuación, la colección de datos diurnos relativos a cantidad de lluvia caída, dirección predominante en intensidad de las corrientes atmosféricas y cambios de temperatura. Estos profesores serán de la Universidad de Cartagena, del Colegio de Boyacá, de la Universidad del Cauca, de las Escuelas Normales de Manizales, Neiva, Santa Marta, Cúcuta, Pamplona, San Gil, Cali y Montería, del Colegio de "San Simón" de Ibagué, del Colegio de "Jesús María y José" de Chiquinquirá, del Colegio de "San Pedro Claver" de Bucaramanga, de la Universidad de Nariño, del Instituto Pedagógico de Tumaco y de las Escuelas Públicas de Quibdó.

"5º—Por el Ministerio de Obras Públicas se obtendrán datos semejantes y en las mismas condiciones, del F. C. del Pacífico, en Buenaventura; del F. C. de Cúcuta, en Puerto Villamizar; del F. C. de Antioquia, en Puerto Berrío y Cisneros; del F. C. de Puerto César, en Puerto César y Turbo; del F. C. de Puerto Wilches, en Puerto Wilches y Puerto Santos; del F. C. de Girardot, en Girardot y La Esperanza; del F. C. de La Dorada, en Honda y La Dorada.

"6º—Se establecerán Oficinas Meteorológicas especiales, que tomen diariamente los mismos datos, en Calamar del Vaupés, Mocoa, Arauca y Riohacha.

"7º—Los empleados del Servicio Meteorológico en Riohacha, Calamar del Vaupés, Mocoa y Arauca, dependerán de los Jefes Políticos de cada lugar y devengarán del Tesoro Nacional un sueldo equitativo.

"8º—Los pluviómetros y termómetros usados por los encargados de colectar los datos meteorológicos, serán suministrados por el Observatorio Nacional bajo un patrón rigurosamente uniforme.

"9º—Cada ocho días se remitirán a la Oficina Meteorológica Central los datos recogidos, sin perjuicios de comunicar telegráficamente aquellos fenómenos (tempestades, súbitos cambios de temperatura, granizadas, etc.) que requieran un registro especial.

"10.—En Bogotá, Medellín, Barranquilla y Popayán, donde existan Observatorios meteorológicos ya organizados, se registrarán las variaciones del barómetro a horas determinadas.

"11.—Todos los datos recogidos en el país serán dispuestos dos veces al mes, por la Oficina Central del Observatorio, en cartas y gráficos convenientes, según las últimas Convenciones Meteorológicas. Estas cartas, gráficos, cuadros respectivos, etc., junto con las observaciones practicadas en Bogotá sobre el actinómetro, la superficie solar y el potencial eléctrico, verán la luz pública en un "Boletín Men-

sual del Observatorio Nacional", editado en la Imprenta Nacional y que se enviará a todas las capitales de los Departamentos, a los Institutos de Agricultura, a las Empresas de Navegación, a las Compañías de Seguros Agrícolas, etc., y se canjeará con todas las publicaciones similares del Exterior.

"12.—El Director del Observatorio Nacional tendrá bajo su inmediata dependencia un ingeniero graduado encargado de la ordenación de datos, dibujo de los gráficos respectivos, organización de las observaciones, patronamiento de los aparatos, publicación del Boletín, etc., etc.

"13.—Los nombramientos en el ramo del Servicio Meteorológico se harán por el Ministerio de Instrucción Pública, de ternas presentadas por el señor Director del Observatorio.

"14.—Los empleados del Servicio Meteorológico y los Institutos que remitan datos al Observatorio gozarán de franquicia telegráfica y postal.

"15.—Los gastos que ocasione el cumplimiento de la presente ley serán de cargo del Tesoro Nacional y quedan incluídos en el presupuesto en vigencia, etc.".

.....

Las siguientes razones motivan la presentación de este proyecto de ley que, como se dijo, es de importancia notoria para el progreso industrial y agrícola del país:

1ª En el artículo 1º del proyecto se enuncia claramente. Esta razón es de peso, si se considera que no debe tardar el día en que se convoque a una Conferencia Internacional Meteorológica, en alguna de las repúblicas hispanas. Vergonzoso sería para Colombia aparecer con las manos vacías en un certamen de trascendencia, cuando todos los países han organizado u organizan en la actualidad su Servicio Meteorológico, y cuando, precisamente, en el privilegiado territorio de Colombia, tuvo origen la ciencia meteorológica, con las observaciones de Humboldt, Boussingault, Bourdon, Gaudot, Roulin y otros (entre ellos Caldas).

2ª Los datos meteorológicos que se han tomado en Bogotá, desde el tiempo de Caldas, y en Medellín, Barranquilla y Popayán, en épocas recientes, son elementos aislados que a lo sumo hacen conocer el clima de cada localidad, con las leyes a que obedecen sus variaciones, pero que nunca permitirán verificar el conocimiento del clima general del país, ni mucho menos prestar servicio efectivo a la agricultura nacional.

3ª Las estadísticas agrícolas, que hoy sirven en todo el mundo para las Compañías de Seguros, prestando a la agricultura inmensos servicios con un ramo especial de aseguro, tienen su fundamento en las estadísticas meteorológicas y en el conocimiento de los climas regionales.

4ª En muchas circunstancias, las empresas de acueductos urbanos, las compañías de navegación fluvial; las empresas de canalización; las sociedades de agricultura, etc., necesitan indispensablemente de las estadísticas meteorológicas. Esta necesidad se hará sentir de una manera imperiosa cuando se organice un servicio de irrigación eficaz, se extiendan los cultivos de secano y la agricultura nacional, abandonando procedimientos rutinarios, deje de ser un juego de suerte y azar.

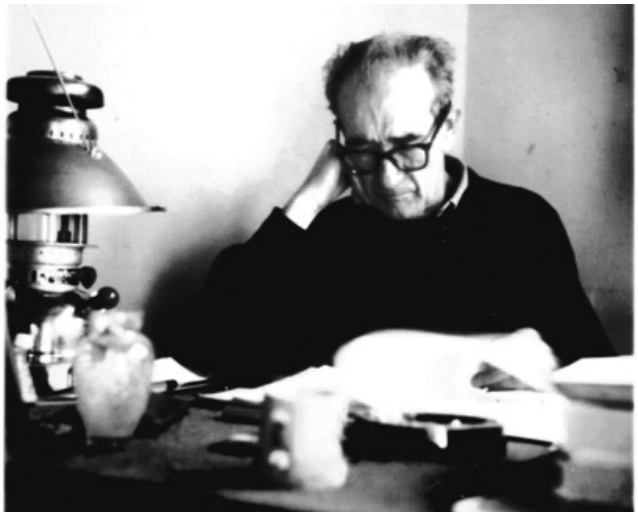
5ª El establecimiento del Servicio Meteorológico en Colombia será útil a la Meteorología universal, pues contribuirá al mejor conocimiento de las leyes que rigen los fenómenos meteorológicos en las regiones equinocciales.

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):516-527, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.585

Teoría de conjuntos

Francisco Vera Fernández de Córdoba

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1942, 5 (18): 230-240.



Francisco Vera Fernández de Córdoba (1888-1967)

Vera, fue un matemático español, prolífico escritor, reconocido especialmente por sus trabajos en historia de la ciencia y de la matemática. Exilado de la guerra civil española, llegó a Colombia por invitación del entonces presidente Eduardo Santos en abril de 1941. Fue profesor en la Escuela Normal Superior y en la Universidad Nacional, donde, entre 1941 y 1942, tuvo a su cargo cursos de aritmética analítica (esencialmente, teoría elemental de los números) en la Facultad de Ingeniería y posiblemente también de cálculo diferencial (Matemáticas II) en la Facultad de Química. Con el apoyo de la Sociedad Colombiana de Ingenieros llevó a cabo cursillos y conferencias de divulgación de las matemáticas, en la sede de la Sociedad, en la UN y en el Teatro Colón. Con sus cursos y conferencias abrió el camino para que nuestra comunidad académica y cultural se diera cuenta del grave atraso en que nos encontrábamos de lo cual dejó testimonio en algunas de sus obras.

Referencias

Albis V., Sánchez C.H. 2009 La introducción de la teoría de conjuntos y la matemática moderna en Colombia. Primera parte: El aporte de los extranjeros. Mathesis III. 42: 265-293

Cobos Bueno J.M, Vaquero Martínez J.M. 1999. "Matemáticas y exilio: la primera etapa americana de Francisco Vera" Llull 1999, 2245: 569-588.

Vera F. 1948. Introducción a la Teoría de Conjuntos. Buenos Aires: Editora y Distribuidora del Plata.

El artículo de la Revista de la Academia es la publicación de los dos primeros capítulos de Vera en su libro *Introducción a la Teoría de Conjuntos*, el cual comienza con una 'Advertencia al lector' donde afirma:

> *Esta obrita es la reconstrucción aproximada del curso que sobre teoría de conjuntos dicté durante los meses de septiembre y octubre de 1942 en Bogotá por honroso encargo de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, la que realizaba el enorme esfuerzo de organizar conferencias de matemática pura puesto que la que se explicaba en la Universidad Nacional tenía carácter más concreto que abstracto, ya que no existía en Colombia la Facultad de Ciencias creada recientemente.*

En seis capítulos que constituyen el libro, Vera hace una presentación histórico-filosófica de la teoría de conjuntos, deteniéndose en los puntos más relevantes, como son la existencia de diferentes tipos de infinito para mostrar que los racionales y los naturales tienen la misma cardinalidad, pero que los reales tienen una cardinalidad diferente a la de los naturales. No se detiene en la parte operativa de la teoría, ni ofrece ejercicios. Aunque contiene algunos errores en sus demostraciones, el artículo fue seleccionado por ser el primero realizado en Colombia sobre la teoría de conjuntos.

Vera también publicó en la Revista de la Academia el artículo El "*Tertium non datur*" *en la matemática actual*, (4 (14), 1941) sobre las escuelas filosóficas de la matemática que surgieron a comienzos del siglo XX como propuestas de solución de las paradojas de la teoría de conjuntos de Cantor. Se trata, entonces, de dos artículos pioneros en Colombia sobre temas de matemática y lógica, de ahí su enorme importancia. Sobre el paso de Vera por Colombia, Cobos y Vaquero, sus biógrafos, afirman: "Nos encontramos a un Vera que explica lo que de sobra era ya conocido en Europa pero que no había llegado aún a algunos países de Latinoamérica", Latinoamérica.

Clara Helena Sánchez, Ph.D.
Miembro Correspondiente

TEORIA DE CONJUNTOS

PROF. FRANCISCO VERA

I

NOCIONES FUNDAMENTALES

1. CONJUNTO.—Corresponde a Cantor (Georg, 1845-1918, alemán) la gloria de haber creado una teoría sin antecedentes históricos y de tal trascendencia, que con razón ha dicho Denjoy (Arnaud, 1884-...., francés) que es la mayor revolución que ha conocido la Matemática después de la que produjo el Cálculo infinitesimal.

Parece natural que iniciemos este cursillo estableciendo el concepto de *conjunto,* cuestión no exenta de dificultades. Cantor lo definió diciendo que es "una conexión determinada de diversos objetos de nuestra intuición o de nuestra mente, llamados *elementos del conjunto,* en una totalidad", definición que contiene una palabra peligrosa: *totalidad,* porque es inconstituíble excepto cuando nombramos los elementos que se consideran en la *totalidad,* en cuyo caso sólo tiene el valor de una abreviatura, de modo que si en una habitación están Pedro, Juan, Antonio y Enrique, por ejemplo, y nadie más, podemos hablar de la *totalidad* o de *todas* las personas que hay en la habitación; pero ¿cómo establecer mediante la observación directa que *todos* los cuerpos se dilatan por la acción del calor? Incluso en la hipótesis de que en un cierto momento hubieran sido observados todos los cuerpos del mundo desde el punto de vista de su dilatabilidad no podríamos afirmar sin imprudencia que los cuerpos observados eran *todos los cuerpos.*

Claro es que tampoco podemos establecer por observación directa algunos conceptos físicos —molécula, átomo, protón, etc.— y, de acuerdo con Mach (Ernst, 1838-1916, austriaco), tendríamos que borrar del diccionario científico los enunciados en que intervienen tales conceptos, so pena de invadir el terreno de la Metafísica; pero si reflexionamos un poco comprenderemos que no hay en ello ningún inconveniente porque la Física da indicaciones sobre el empleo de las palabras inconstituíbles, tales que, partiendo de enunciados en que figuran, se llega a enunciados en que no figuran, pero cuya certeza se puede comprobar experimentalmente.

No ocurre lo propio con la palabra *todos,* referida a los elementos de un conjunto, porque las leyes lógicas nos dicen que lo que es válido para todos lo es también para cada objeto particular, y, sin embargo, más adelante demostraremos la existencia de conjuntos que no cumplen esta ley, lo que nos obliga a fijar la significación de la palabra *conjunto* para evitar equívocos.

Admitiendo sin discusión que sabemos distinguir entre *una* cosa y *varias* cosas y que al prescindir de la naturaleza de cada cosa y de la posición de unas respecto de otras, si son varias, nacen en nuestro espíritu las ideas de *unidad* y *pluralidad,* asignaremos a la palabra *conjunto* el valor de *pluralidad definida* o *determinada,* y diremos que un conjunto está definido o determinado cuando cualesquiera que sean los elementos que consideremos, no exista para cada uno de ellos más que el dilema de pertenecer o no pertenecer al conjunto y para cada par de elementos no exista más que el dilema de estar formado o no estar formado por elementos distintos.

Aceptadas estas condiciones, consideraremos provisionalmente la definición cantoriana como un objeto matemático que podemos manejar sin peligro, y no sólo será ya legítimo hablar del "conjunto de personas que están en una habitación", o del "conjunto de átomos de hidrógeno y oxígeno que hay en un centímetro cúbico de agua", o del "conjunto de los pecados capitales", por ejemplo, sino también, abusando del lenguaje en aras de la comodidad, llamar conjunto a un sólo elemento: *conjunto unidad,* pero sin confundirlo con el elemento, e incluso concebir que no tenga ninguno: *conjunto nulo* o *vacío.*

Designaremos los conjuntos por letras mayúsculas aisladas y sus elementos por mayúsculas cursivas. Así, para expresar que el conjunto M está formado por los elementos A, B, C, D, escribiremos

$$M = A,\ B,\ C,\ D.$$

Diremos que un conjunto M *es parte* (1) de otro N si todos los elementos de M pertenecen a N y hay en N elementos que no pertenecen a M. La parte de un conjunto se llama también *subconjunto* o *conjunto parcial.* Indicaremos la relación entre un conjunto N y una parte de él M escribiendo $M < N$.

2. CORRESPONDENCIA.—Otro concepto del que hemos de hacer uso frecuente es el de *correspondencia:* convenio o ley tal que fijado un elemento de un conjunto dado, queden fijados uno o varios elementos de otro conjunto también dado, diciéndose correspondencia *unívoca* en aquel caso y *plurívoca* en éste. De los elementos de uno de los conjuntos diremos que son *correspondientes* u *homólogos* de los del otro, y si los elementos se corresponden uno a uno, es decir: si cada elemento de un conjunto tiene un homólogo y sólo uno en el otro, y recíprocamente, la correspondencia se llama *biunívoca.*

(1) Cantor lo llama parte integrante: *Bestandtheil.*

3. Orden.—Dado un elemento A y otro elemento distinto B, diremos que uno de ellos, A, por ejemplo, *precede* al otro B o que éste *sigue* a aquél, o bien que A es *anterior* a B o B es *posterior* a A, y escribiremos $A<B$ o $B>A$. En esta definición los verbos *preceder* y *seguir* y los adverbios *anterior* y *posterior* sólo tienen el valor de símbolos.

Si un elemento A de un conjunto es anterior a otro B, que no tiene ninguno anterior distinto de A, se dice que $\left\{\begin{matrix} A \\ B \end{matrix}\right\}$ es el *inmediatamente* $\left\{\begin{matrix} \textit{anterior a } B \\ \textit{posterior a } A \end{matrix}\right\}$ y el elemento B recibe el nombre de *siguiente* o *consecutivo a* A.

Diremos que un conjunto está *ordenado* si podemos fijar un criterio cualquiera que permita decir sin ambigüedad si un elemento A del conjunto es anterior a otro B y, además, que si es

$$A<B \quad \text{y} \quad B<C, \quad \text{sea} \quad A<C.$$

Ordenado un conjunto, si contiene un elemento al cual no precede ninguno y otro elemento al cual no sigue ninguno, diremos que aquél es el *primero* y éste el *último* elemento del conjunto, y si toda parte de un conjunto tiene primer elemento el conjunto se dice *bien ordenado,* sin preocuparnos, por ahora, de si todo conjunto ordenado puede ser o no ser bien ordenado.

4. El numero ordinal.—Consideremos el conjunto ordenado de varios hombres: Pedro, Juan, Luis, Francisco, Ruperto y Gabriel, por ejemplo, y el conjunto, también ordenado, de varias mujeres: Petra, Juana, Luisa, Francisca, Ruperta y Gabriela, y representemos sus nombres por sus iniciales mayúsculas y minúsculas, respectivamente, y por H y M sus conjuntos, escribiendo:

$$\mathrm{H} = P, J, L, F, R, G,$$

$$\mathrm{M} = p,\ j,\ l,\ f,\ r,\ g\ .$$

Entre estos conjuntos podemos establecer una correspondencia tal que al primer elemento P de H le corresponda el primero p de M y que si a un elemento cualquiera L de H le corresponde el elemento l de M, también se correspondan los siguientes respectivos F y f. Recordando la definición 2 esta correspondencia es biunívoca si el último elemento de H tiene como homólogo el último de M y recíprocamente, y es unívoca o plurívoca en el caso contrario.

Considerando ahora el conjunto A de los animales perro, jaguar, león, faisán, ratón y gato, que representaremos por sus iniciales mayúsculas acentuadas, así:

$$\mathrm{A} = P'\,J', L', F',\ R', G',$$

entre los elementos de este conjunto A y los de H y M podemos establecer una correspondencia, biunívoca o no, tal que a cada elemento F de H le corresponda un elemento F' de A y al f de M también el F' de A, en cuyo caso diremos que los elementos F, f y F′ ocupan *el mismo lugar* en sus conjuntos respectivos.

De esta definición resulta que, dados varios conjuntos, se pueden agrupar todos sus elementos poniendo en cada grupo los elementos que ocupan el mismo lugar en cada conjunto.

Colocando, pues, en columna los elementos de los conjuntos que ocupan el mismo lugar, tenemos el siguiente cuadro:

	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	Quinto	Sexto	.....
H =	P	J	L	F	R	G	.....
M =	p	j	l	f	r	g	.....
A =	P'	J'	L'	F'	R'	G'	.....
O =	p'	j'	l'	f'	r'	g'	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

donde O es el conjunto de los objetos pluma-jarro-lima-flor-remo-grifo, representados por sus iniciales minúsculas acentuadas, y los puntos suspensivos indican que el cuadro se puede prolongar vertical y horizontalmente cuanto queramos.

Agrupados así los elementos de los conjuntos dados, se llama *número ordinal* el ente abstracto que representa el conjunto de elementos que ocupan el mismo lugar en cada conjunto: primero, segundo, tercero, cuarto, etc.

5. El numero cardinal.—Supongamos que los hombres y mujeres que forman los conjuntos H y M antes considerados están en un salón y desean bailar. Es evidente que si cada hombre tiene una tocaya y sólo una y cada mujer tiene un tocayo y sólo uno y bailan por parejas homónimas, nadie se queda sin bailar; pero ¿ocurrirá lo propio si bailan dos personas de nombres distintos? En otros términos: ¿podrán bailar todos los hombres y todas las mujeres cualquiera que sea el modo de formarse las parejas? El sentido común nos contesta afirmativamente porque de una manera implícita estamos admitiendo que hay *el mismo número* de hombres que de mujeres.

Pero este número no es igual al estudiado antes. Los diferencia algo que conviene examinar. Si del salón en que suponemos reunidos los hombres y mujeres, se ausenta una de éstas: Luisa, por ejemplo, las personas restantes pueden bailar por parejas homónimas, excepto Luis, y si se aparean de otro modo, *siempre* se quedará un hombre sin bailar. En cambio, si se ausentan un hombre y una mujer sólo pueden ocurrir, en virtud del principio de contradicción, dos casos: que sean tocayos o que no lo sean. Si lo son, pueden bailar los tocayos restantes y nadie se quedará sin bailar, y si no lo son, porque se han marchado Petra y Francisco, por ejemplo, puede bailar Pedro con Francisca y los demás por parejas homónimas.

Pues bien, cuando entre un conjunto como el H y otro conjunto como el M existe una correspondencia buinívoca, se dice que ambos conjuntos son

coordinables y es fácil demostrar no sólo el hecho antes observado de conservarse la coordinabilidad si se suprime un elemento de uno y otro del otro sino también esta propiedad fundamental: *Si un conjunto es coordinable con otro de un cierto modo, también lo es de cualquier otro modo que se ensaye la coordinación.*

Si consideramos ahora un elemento *A* y ponemos a continuación el conjunto formado por este elemento *A* y otro *B;* luego el *ABC* que contiene el conjunto anterior y un nuevo elemento *C;* después el *ABCD* constituído por el *ABC* y un cierto elemento *D,* etc., tendremos la *sucesión fundamental de conjuntos*

Uno	*Dos*	*Tres*	*Cuatro*	*Cinco*	*Seis*	.....
1	2	3	4	5	6	
A	*AB*	*ABC*	*ABCD*	*ABCDE*	*ABCDEF*	.....

y entonces todos los conjuntos de la Naturaleza se pueden clasificar colocando cada uno en el grupo encabezado por el de la sucesión fundamental con el cual es coordinable.

Por ejemplo, dado el conjunto de cosas silla-hilo-mesa-tintero —s-h-m-t— lo pondremos en el que está encabezado por el *ABCD;* los conjuntos de hombres, mujeres, animales y objetos que hemos considerado antes, los colocaremos en el que lleva como guión el *ABCDEF;* etc.

Clasificados así los elementos de los conjuntos, se llama *número cardinal* el ente abstracto que representa todos los conjuntos que son coordinables entre sí y los distingue de los no coordinables: *uno, dos, tres, cuatro,* etc. Decir, por tanto, que dos conjuntos son coordinables equivale a decir que tienen *el mismo número cardinal* o *igual número* de elementos, cualquiera que sea la naturaleza de éstos y el orden en que estén colocados.

6. Correspondencia entre los numeros ordinales y cardinales.—Vemos, pues, que hay una diferencia esencial entre los números ordinales y cardinales. El número ordinal 6 designa a Gabriel en el conjunto de hombres, a Gabriela en el de mujeres, al gato en el de animales y al grifo en el de objetos, es decir: Gabriel es el *sexto* hombre del conjunto H, el gato el *sexto* animal del conjunto A, etc., mientras que el número cardinal 6 representa el conjunto de *todos* los hombres, de *todas* las mujeres, de *todos* los animales y de *todos* los objetos, prescindiendo del orden en que estén colocados y de su naturaleza.

Ahora bien, a todo número ordinal, *cuarto,* por ejemplo, del conjunto O de objetos, o sea la flor, le corresponde el número cardinal *cuatro* que designa el número de elementos del conjunto pluma-jarro-lima-flor, y de todos los que, como él, son coordinables con el *ABCD* de la sucesión fundamental y recíprocamente: disponiendo ésta y los conjuntos coordinables con cada uno de los de ella —conservando las siglas anteriores—en la siguiente forma:

1º	2º	3º	4º	5º	6º	.....
A	*AB*	*ABC*	*ABCD*	*ABCDE*	*A B C D E F*	.....
...	....	....	*s h m t*	.....	*P J L F R G*	.....
					p j l f r g	.....
					P′J′L′F′R′G′	.....
					p′ j′ l′ f′ r′ g′	.....
					.....	.....

resulta que al número cardinal *seis,* por ejemplo, que representa el número de objetos del conjunto perro-jaguar-león-faisán-ratón-gato y de todos los que, como él, son coordinables con el *ABCDEF* de la sucesión fundamental, le corresponde el número ordinal *sexto* del conjunto primero-segundo-tercero-cuarto-quinto-sexto.

Por consiguiente, asociando a todo número ordinal n_o su correspondiente cardinal n_c y formando el conjunto de parejas

$$(1_o\,1_c),\ (2_o\,2_c),\ (3_o\,3_c),\ (4_o\,4_c),\ldots,\ (n_o\,n_c),\ldots,$$

se obtiene, por abstracción, el concepto de *número natural* como símbolo común de un número ordinal y su correspondiente cardinal, concepto que es ya un producto irreductible de la facultad creadora del espíritu humano que se ha dado en llamar "el demonio matemático", de tal modo que, como advierte Brunschvicg (León, 1869-...., francés) "la noción de número corresponde a otra cosa que a un simple *imperativo metodológico* y tiene el valor de un *indicativo metafísico.* El principio del número significa no sólo que es preciso contar para comprender las cosas, sino que éstas tienen efectivamente una cuenta, están constituídas por partes más allá de las cuales no hay ya división y forman un todo pasado el cual no hay suma" (1).

Esta conquista, que hoy nos parece tan fácil, ha necesitado el transcurso de muchos siglos. Antes de ser nociones puras, los números fueron gestos en un orden ritual corpóreo, con un sentido antropomórfico y un valor concreto y cualitativo anterior a la idea cuantitativa que supone una suma, es decir: el número cardinal; y es preciso que avance la civilización para que la cualidad y la cantidad se yuxtapongan en una síntesis mental y el último término de una sucesión ordenada coincida con la unidad en bloque de un conjunto de objetos.

7. Principio de Schröder.—La síntesis mental aludida se comprueba experimentalmente cuando es pequeño el número de elementos de un conjunto; pero por poco crecido que sea dicho número es irrealizable la operación, lo que justifica la admisión del siguiente postulado fundamental de la Aritmética: *El número de objetos de un conjunto es independiente del orden en que se cuenten,* debido a Schröder (F. W. K., Ernst, 1841-1902, alemán) que lo enunció en su *Lehrbuch der Aritmetik und Algebra,* Leipzig, 1877.

En virtud de este postulado —llamado *principio de invariación del número*— podemos *contar,* es decir: *numerar* los elementos de un conjunto arbitra-

(1) *Les étapes de la Philosophie mathématique,* París, 1912, pág. 348.

riamente y *siempre* llegaremos al mismo resultado. En otras palabras: los conjuntos tienen un carácter invariante respecto de todas las ordenaciones posibles, y ese carácter es su número cardinal. Decir, pues, que el número de objetos de un conjunto es *seis,* por ejemplo, es lo mismo que decir que sus elementos se pueden numerar de *uno a seis* de cualquier manera y, por tanto, parece que el concepto de número cardinal es reductible lógicamente al de número ordinal, pero como aquél resulta de experiencias realizadas con conjuntos coordinables, independientes del número ordinal, no existe ningún lazo lógico de unión entre uno y otro, y por eso hemos dicho antes que dos conjuntos tienen el mismo número cardinal cuando se puede establecer una correspondencia biunívoca entre sus elementos, definición por abstracción que equivale a esta otra: *Número cardinal es el carácter común a todos los conjuntos que se pueden numerar de la misma manera.*

Este concepto, nacido de un hecho de experiencia generalizado, desborda el cuadro de las definiciones lógicas y para incluírlo en él Russell (Bertrand, A. W. 1872-...., inglés) ha dicho: *El número de un conjunto es el conjunto de todos los conjuntos que son coordinables con él,* única definición explícita de conjunto que se ha dado y que, como la de Cantor, tiene el inconveniente de emplear la palabra *todos;* pero considerada como dato del pensamiento, la definición de Russell nos dice que el concepto de número cardinal no se puede reducir, con exclusivos recursos lógicos, al concepto de número ordinal.

8. Conjuntos finitos y conjuntos infinitos.— Los conjuntos que nos han servido para construír el número natural son *finitos,* es decir: se pueden ordenar en el espacio o en el tiempo y tienen un primero y un último elemento. Su propiedad característica —demostrada por Dirichlet (Gustav P. Lejeune, 1805-1859, alemán)— es la de no ser coordinable con ninguna de sus partes, propiedad que no es válida para los conjuntos *infinitos* o sea para aquellos que carecen de último elemento.

Por ejemplo: el conjunto de los números naturales es coordinable con el de los números pares, que es una parte de aquél, pues que contiene, además, los números impares. La correspondencia puede establecerse asignando como homólogo de cada número del primer conjunto su doble en el segundo y a cada uno de los de éste su mitad en aquél.

En esta propiedad fundó Dedekind (J. W. Richard, 1831-1916, alemán) la distinción entre conjuntos finitos e infinitos en su famoso opúsculo *Was sind und was sollen die Zahlen?,* Braunsweig, 1872.

El conjunto infinito más sencillo es la sucesión de números naturales de la que no hay que hacer ningún misterio. Con palabras de Tannery (Jules, 1848-1910, francés): "Decir que la sucesión natural es infinita equivale a este hecho: después de cada número hay otro", bien entendido que la idea que implica esta frase no corresponde a una intuición sensible, sino a la oposición entre lo individual y lo universal, de tal modo que el número, en cuanto pluralidad, exige la distinción entre la existencia de cada objeto singular —componente individual —y la invariación— componente universal— que constituye la esencia numérica para cuya realización por los individuos existentes es necesario el acto creador de éstos.

El infinito cuyos elementos se dan sucesivamente es el *infinito potencial* que cae bajo el dominio de la Aritmética y aquel cuyos elementos se consideran simultáneamente es el *infinito actual* que estudia el Análisis y cuyo conocimiento no es un problema matemático sino filosófico.

Pero a la Matemática no le preocupa concebir el infinito actual porque, gracias a la creación cantoriana, sabe manejarlo, estableciendo un convenio cualquiera —siempre que no sea contradictorio— tal que, dado un objeto lo incluímos en el conjunto si satisface el convenio o lo excluímos de él si no lo satisface.

Esto no quiere decir, sin embargo, que podamos saber si un objeto dado pertenece o no pertenece al conjunto. El conjunto de los números algebraicos, por ejemplo, está definido sin ambigüedad y todavía no sabemos si el número $2^{\sqrt{2}}$ es algebraico o trascendente.

9. Construccion de la Aritmetica.—En posesión del número natural, con dos de ellos se construye el racional, con infinitos números racionales se crea el número real, con dos números reales se forma el complejo y con todos ellos la Aritmética: *regina Mathematicae,* con palabras de Gauss (J. F. Karl, 1777-1855, alemán), como ésta es la *regina scientiarum.*

Las sucesivas ampliaciones del concepto de número son de todos bien conocidas: una pareja de números naturales en un orden define el número *racional* como ente abstracto que permite representar los conjuntos de igual valor, es decir, los intercambiables desde un cierto punto de vista; una clasificación de los números racionales en dos grupos tales que todo número pertenezca a uno de los grupos y sólo a uno y que todo número de uno de los grupos sea menor que todo número del otro es una *cortadura* —creación de Dedekind— que nos da el número *real,* y, finalmente, de acuerdo con Hamilton (William Rowan, 1805-1865, inglés), todo par ordenado de números reales cualesquiera es un número *complejo* ordinario, último escalón de la Aritmética.

Estas distintas generalizaciones están impuestas por la necesidad de resolver problemas cada vez más complicados. La sustracción cuando el minuendo es menor que el sustraendo obliga a la creación del número negativo, la división si el dividendo no es múltiplo del divisor da origen al fraccionario que, con el negativo, componen el racional; la extracción

de raíces de números no potencias perfectas hace preciso el número irracional que, con el racional, constituyen el real que amplía poderosamente el radio de acción de la Aritmética; pero como todavía quedan sin sentido algunas operaciones tales como las potencias de base racional y exponente irracional, los logaritmos de los números negativos, etc., se crea el número complejo en cuyo campo son ya posibles dichas operaciones.

A esta necesidad de tipo aritmético se une otra de carácter geométrico: la representación de los puntos a la derecha y a la izquierda de un punto tomado como origen de distancias y la de todos los puntos de la recta y del plano.

Ahora bien, a fin de que la Aritmética sea una ciencia no-contradictoria es preciso extender a cada nuevo sistema de números las operaciones fundamentales con sujeción al *principio de permanencia de las leyes formales* de Hankel (Hermann, 1839-1873, alemán): uniforme, asociativa, conmutativa, transitiva y distributiva, y como no existe ningún sistema de números complejos de más de dos componentes en que el producto satisfaga todas las leyes formales —propiedad que demostró Weierstrass (Karl, 1815-1897, alemán) en 1863 y constituye el llamado *último teorema de la Aritmética*— el desarrollo normal de esta ciencia termina con la creación de los complejos ordinarios.

10. Suma y producto.—Las dos operaciones fundamentales de la Naturaleza son la yuxtaposición y la reproducción que se traducen en Aritmética por *suma* y *producto,* respectivamente.

Llamamos *suma* de dos conjuntos M y N que no tienen ningún elemento común, al conjunto formado por los elementos de M y de N, definición válida para la suma de conjuntos de conjuntos sin ningún elemento común considerados de dos en dos, y *suma* de dos números m y n es el número cardinal del conjunto-suma de dos conjuntos M y N cuyos números cardinales son m y n respectivamente.

Producto de dos conjuntos M y N es el conjunto formado por los pares de elementos obtenidos asociando cada elemento de M con cada elemento de N de todas las maneras posibles, y *producto* de dos números m y n es el número cardinal del conjunto-producto de dos conjuntos M y N cuyos números cardinales son m y n respectivamente.

Si, para fijar las ideas, suponemos que es

$$\mathrm{M} = A,\ B,\ C,$$
$$\mathrm{N} = E,\ F,$$

es

$$\mathrm{M} \times \mathrm{N} = (AE),\ (AF),\ (BE),\ (BF),\ (CE),\ (CF),$$

donde $AE,\ AF, \ldots,\ CF,$ no son *dos* elementos sino *el* elemento obtenido asociando el A con el E, el A con el F, etc., como el hijo del Sr. Alvarez y de la Sra. Fernández es el Sr. Alvarez-Fernández: *un* ser y no *dos*.

Obsérvese que los productos $\mathrm{M} \times \mathrm{N}$ y $\mathrm{N} \times \mathrm{M}$ son distintos porque el Sr. Alvarez-Fernández es un ser distinto del Sr. Fernández-Alvarez, pero los productos mn y nm son iguales como se demuestra sin más que establecer una correspondencia biunívoca entre los conjuntos $\mathrm{M} \times \mathrm{N}$ y $\mathrm{N} \times \mathrm{M}$ haciendo corresponder a cada Sr. Alvarez-Fernández del primero el Sr. Fernández-Alvarez del segundo, y recíprocamente.

Como en la definición de producto de dos conjuntos no hemos hecho la restricción de que sean distintos todos sus elementos, podemos hacer, en particular, el producto de un conjunto M por él mismo —que se nota M^2— y obtendremos el conjunto de las parejas cuyo primero y segundo elemento pertenecen a M y, por tanto, si M es el conjunto de los números reales, M^2 es el de las parejas de números reales, o sea: el conjunto de los puntos de un plano.

11. Funcion.—Si en el conjunto de pares (m, n), es decir: en el producto $\mathrm{M} \times \mathrm{N}$, consideramos un conjunto de pares (m, n) tales que todo elemento de M entre en un par y sólo en uno, pero pudiendo ciertos elementos de N figurar en varios pares y otros no figurar en ninguno, e imaginamos con Possel (René, 1905-...., francés) los dos elementos de cada par unidos por un hilo, resulta que de cada elemento de M sale un hilo, y sólo uno, que termina en un elemento de N y, por tanto, a un elemento cualquiera m de M se encuentra asociado un elemento n de N que se representa por $m\ (n)$.

Hemos definido, pues, una *función* generalizada o *aplicación* en la que m es el valor de la variable y n el valor correspondiente de la función, llamado también *imagen* de m. Por consiguiente, dado un subconjunto M′ de M, el conjunto de las imágenes de los elementos de M′ se llama *imagen* de M′ y encontramos el concepto general de función cuando M y N son conjuntos de números: *Se dice que el número* y *es función del número* x *que varía en un campo dado* C *cuando a todo número* x *dado en* C *corresponde por una ley determinada pero de naturaleza y expresión completamente arbitrarias, un número* y *y sólo uno,* concepto debido a Riemann (Bernhard, 1826-1866, alemán) que comprende como caso particular el de Euler (Leonard, 1707-1783, suizo), ya derogado.

Si todo elemento de N figura también en un par, y sólo en uno, queda definida una *transformación* o correspondencia biunívoca entre M y N, de modo que los papeles de la variable y de la función son intercambiables y podemos decir que también hemos definido una transformación de N en M.

12. Producto de varios factores.—La definición anterior de producto de dos factores equivale a asociar a dos signos distintos μ y ν dos entes abstractos m y n, distintos o no, para construír el par (m, n). Este concepto fundamental puede ge-

neralizarse fácilmente sustituyendo los signos μ y ν por un conjunto $C = (a, b, c, \ldots l, \ldots)$ y asociando a todo elemento de C un ente α_i, siendo los α_i distintos o no. Si a todo elemento l de C le asociamos un conjunto A_i, siendo los A_i distintos o no y con elementos comunes o no, llamaremos *producto* de los conjuntos

$$A_a,\ A_b,\ A_c, \ldots,\ A_l, \ldots.$$

según el conjunto C, el conjunto de todas las agrupaciones

$$(\alpha_a, \alpha_b, \alpha_c, \ldots,\ \alpha_l, \ldots.)$$

siendo α_l un elemento de A_l, de donde resulta que si C y A_i son finitos, el número de elementos del conjunto-producto es el producto de los elementos de los A_i.

13. Exponenciacion.—Un caso particular notable es aquel en que todos los A_i son iguales a un conjunto A. Las agrupaciones se obtienen entonces asociando a todo elemento de C un cierto elemento de A y el conjunto de todas ellas, es decir: el producto de los conjuntos A según el conjunto C se llama *exponencial* de base A y exponente C y se representa por A^c. Es claro que si A y C son finitos y sus números cardinales son a y c, respectivamente, el número de elementos de A^c es a^c.

De aquí se deduce una consecuencia muy importante. Si C es el conjunto de los números naturales, todo elemento de A^c es la función que se obtiene asociando a cada número natural n un elemento a_n de A, es decir: una sucesión de elementos de A. Por ejemplo: si A se compone de los diez elementos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, toda sucesión

$$C = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, \ldots.$$

$$A^c{}_i = 2, 7, 4, 0, 2, 4, 9, 1, 5, 6, 7, 2, 8, \ldots.$$

se puede considerar como la parte decimal del desarrollo ilimitado en el sistema de numeración de base 10, de un número real x —en este caso es $x = 0{,}2740249156728\ldots$— tal que es $0 \leqq x \leqq 1$, y A^c es el conjunto de los números reales, que se representa por $\mathfrak{C}$, algunos de los cuales están repetidos, como por ejemplo: $0{,}37 = 0{,}369999\ldots$, porque siendo, por definición $0{,}999\ldots = 1$, toda fracción decimal de un número limitado de cifras se puede sustituír por la que resulta de disminuír la última cifra en una unidad y agregarle infinitos nueves, lo que nos da un medio de construír el conjunto de los números reales partiendo del conjunto de los números naturales.

Si A y C son ambos el conjunto de los números reales, todo elemento de A^c es una función definida por la asociación de todo número real a un número real, es decir: una función de variable real, y A^c será el conjunto de todas las funciones de variable real.

Si A sólo tiene dos elementos a y b, toda agrupación del conjunto 2^c se consigue asociando a unos elementos de C el elemento a y a otros el b y tenemos una función definida en el conjunto C que sólo toma dos valores, y, por tanto, toda agrupación es una separación de C en dos partes: la que tiene sus elementos asociados a a y la que los tiene asociados a b y el conjunto 2^c es entonces el conjunto de todos los subconjuntos de C, incluyendo el propio conjunto C y el conjunto nulo.

II

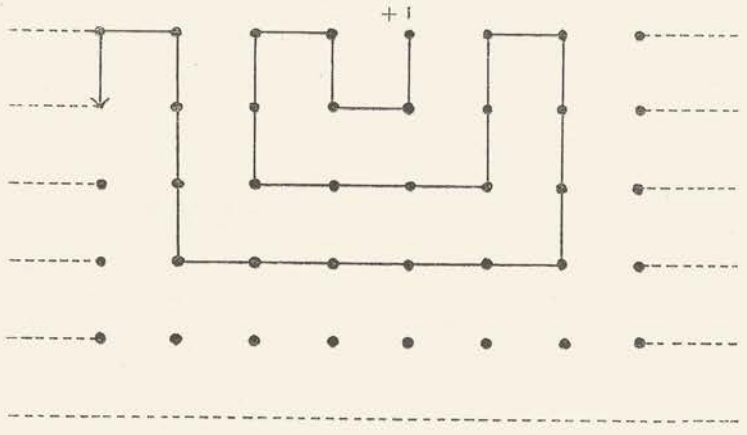
EL CONTINUO

14. Conjuntos numerables.—Un concepto fundamental de la teoría de conjuntos es el de *numerabilidad* o posibilidad de establecer una correspondencia biunívoca entre la sucesión natural y los elementos de un conjunto, lo que equivale a poder *enumerar* éstos en un cierto orden, o, lo que es lo mismo: dar los elementos de un conjunto *sucesivamente*, lo que no quiere decir que el conjunto *está dado* cuando, establecida una ley, se pueden determinar *todos* los elementos de un conjunto porque ello equivaldría a reducir el infinito potencial al infinito actual.

Escribamos los números racionales en un cuadro formado del siguiente modo: En la primera fila ponemos los enteros, que equivalen a fracciones de denominador 1, ordenados de menor a mayor; en la segunda fila las fracciones de denominador 2 ordenadas de igual manera, en la tercera las de denominador 3, etc., y luego de tachar las fracciones reducibles que aparecen escritas dos veces —por ejemplo: la $^4/_8$ que está en la octava fila y equivale a $^1/_2$ que figura en la segunda— resulta:

$$\begin{array}{cccccccccc}
\ldots. & -4 & -3 & -2 & -1 & +1 & +2 & +3 & +4 & +5 & \ldots. \\
\ldots. & -{}^7/_2 & -{}^5/_2 & -{}^3/_2 & -{}^1/_2 & +{}^1/_2 & +{}^3/_2 & +{}^5/_2 & +{}^7/_2 & +{}^9/_2 & \ldots. \\
\ldots. & -{}^5/_3 & -{}^4/_3 & -{}^2/_3 & -{}^1/_3 & +{}^1/_3 & +{}^2/_3 & +{}^4/_3 & +{}^5/_3 & +{}^7/_3 & \ldots. \\
\ldots. & -{}^7/_4 & -{}^5/_4 & -{}^3/_4 & -{}^1/_4 & +{}^1/_4 & +{}^3/_4 & +{}^5/_4 & +{}^7/_4 & +{}^9/_4 & \ldots.
\end{array}$$

Empezando por $+1$ y siguiendo el orden indicado en el esquema



se obtiene la sucesión ordenada

$$\underset{\smile}{1}\quad \underset{\smile}{2}\quad \underset{\smile}{3}\quad \underset{\smile}{4}\quad \underset{\smile}{5}\quad \underset{\smile}{6}\quad \underset{\smile}{7}\quad \underset{\smile}{8}\quad \underset{\smile}{9}\quad \underset{\smile}{10}\quad \underset{\smile}{11}\quad \ldots.$$
$$+1\quad +\tfrac{1}{2}\quad -\tfrac{1}{2}\quad -1\quad -2\quad -\tfrac{3}{2}\quad -\tfrac{2}{3}\quad -\tfrac{1}{3}\quad +\tfrac{1}{3}\quad +\tfrac{2}{3}\quad +\tfrac{3}{2}\quad \ldots.$$

lo que nos dice que el conjunto de los números racionales es coordinable con el de los números naturales.

Estos conjuntos infinitos se llaman *numerables* y su propiedad fundamental es: *Todo conjunto de conjuntos numerables es un conjunto numerable.*

Consideremos, en primer lugar, dos conjuntos numerables

$$A = a_1, a_2, a_3, \ldots.$$
$$B = b_1, b_2, b_3, \ldots.$$

Se ve inmediatamente que si ordenamos los elementos de los conjuntos A y B así:

$$\underset{\smile}{1}\quad \underset{\smile}{2}\quad \underset{\smile}{3}\quad \underset{\smile}{4}\quad \underset{\smile}{5}\quad \underset{\smile}{6}\quad \ldots.$$
$$a_1\quad b_1\quad a_2\quad b_2\quad a_3\quad b_3\quad \ldots.$$

el conjunto formado por todos los elementos de A y B es numerable.

De análoga manera se demuestra que la propiedad subsiste cuando los conjuntos son dos, tres, cuatro, etc., y, en general, cuando es finito el número de conjuntos.

Si son

$$A = a_1, a_2, a_3, a_4, \ldots.,$$
$$B = b_1, b_2, b_3, b_4, \ldots.,$$
$$C = c_1, c_2, c_3, c_4, \ldots.,$$
$$D = d_1, d_2, d_3, d_4, \ldots.,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

infinitos conjuntos numerables, colocándolos uno debajo de otro, se pueden numerar ordenándolos a partir del elemento a_1 y siguiendo la dirección indicada por las flechas de la figura de enfrente, se tiene:

$$\underset{\smile}{1}\quad \underset{\smile}{2}\quad \underset{\smile}{3}\quad \underset{\smile}{4}\quad \underset{\smile}{5}\quad \underset{\smile}{6}\quad \underset{\smile}{7}\quad \underset{\smile}{8}\quad \underset{\smile}{9}\quad \underset{\smile}{10}\quad \underset{\smile}{11}\quad \ldots.$$
$$a_1\quad a_2\quad b_1\quad a_3\quad b_2\quad c_1\quad a_4\quad b_3\quad c_2\quad d_1\quad a_5\quad \ldots.$$

Esta propiedad pone de manifiesto la importancia de los conjuntos numerables y podría servir para establecer la línea divisoria de la Aritmética y la Geometría, estudiando la primera los conjuntos finitos y el infinito potencial y la segunda el continuo y el ultracontinuo; pero, como veremos, existen conjuntos infinitos que no son numerables y caen bajo el dominio de la Aritmética.

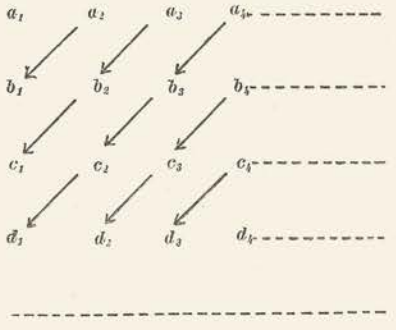
Del teorema fundamental que acabamos de demostrar se deduce inmediatamente:

I. *Toda parte de un conjunto numerable es numerable.*

II. *Si los elementos de un conjunto se pueden poner en correspondencia biunívoca con los de un conjunto numerable, es numerable.*

III. *Todo conjunto cada uno de cuyos elementos se puede determinar por un número finito de subíndices que toman valores naturales, es numerable.*

15. Potencia de un conjunto.—Para comparar dos conjuntos finitos desde el punto de vista numérico, asociamos un elemento de uno a un elemento del otro hasta agotar los elementos de uno de los conjuntos, formando así un conjunto de parejas que definen una transformación de un conjunto A en otro B.



Parece natural emplear un proceso análogo cuando se trata de dos conjuntos infinitos, y esto se logra estableciendo entre ellos una *transformación.*

Si ésta existe, decimos que ambos conjuntos son *equivalentes,* o que tienen *la misma potencia.*

El interés de este concepto, introducido por Cantor (1), radica en la existencia de conjuntos que tienen distintas potencias, y desempeña, por tanto, en los conjuntos infinitos, el mismo papel que el número en los finitos; pero hay que advertir que la potencia toma del número el aspecto cardinal y no del ordinal.

De los conjuntos numerables, es decir: de los conjuntos cuyos elementos se pueden poner en correspondencia biunívoca con los números naturales, se dice que tienen la *potencia del numerable* que Cantor representó por la primera letra $\aleph_0$ del alefato inicial de la palabra alemana *abzählbar:* numerable, afectada del subíndice 0.

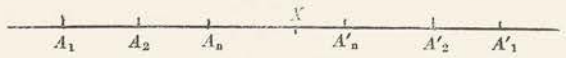
16. Continuo fisico y continuo matematico.— Todo conjunto numerable se puede representar gráficamente por puntos alineados y separados por intervalos de cualquier magnitud finita; pero como en un intervalo finito hay infinitos puntos individuales, para llenar el intervalo es preciso admitir un punto dotado de la propiedad de desplazamiento que le permita hacer desaparecer las individualidades puntuales, que es lo que constituye la esencia de la *continuidad.*

¿Puede conseguirse lo continuo por medio de lo numerable? Desde el punto de vista físico el problema está resuelto puesto que dos valores que caigan en el umbral de la sensación son iguales. Como es bien sabido, sólo cuando una luz, un sonido, un peso llega a una cierta cantidad percibimos algo, y la Psicología experimental dispone hoy de instrumentos adecuados para determinar qué aumento debe tener un excitante ya percibido para que se advierta una diferencia al percibirlo de nuevo. En el sonido, cuando oímos, por ejemplo, un acorde de quinta: do-sol, percibimos *algo* que tiene una cualidad perfectamente determinada y no los dos conjuntos de vibraciones que producen el do y el sol, y que dan origen a la quinta, porque la razón de ambas frecuencias 3/2 se verifica en un tiempo que corresponde al mínimo audible y durante el cual se produce un número de trenes de ondas tal que las frecuencias vibratorias son muy pequeñas respecto de dicho número; en el tacto, el umbral es muy variable, pues mientras en la punta de la lengua es de 1 mm. en la yema de los dedos es de 2 mm. y en las extremidades llega hasta 6 cm., y en cuanto a la medición de segmentos, los físicos han logrado una precisión sorprendente en la longitud de onda de la radiación roja del cadmio que es del orden $10^{-6}\mu$.

Claro es que el umbral de la sensación varía de unas personas a otras; pero existe un promedio fijo que nos permite dar por resuelto el problema de la continuidad física, y, así por ejemplo, un peso a de 10 gr. y un peso b de 11 gr. producen sensaciones idénticas, como también el peso b de 11 gr. y uno c de 12 gr.; pero las sensaciones que producen los pesos de 10 y de 12 gr. son distintas, resultados experimentales que nos permiten escribir $a = b,\ b = c, a < c$ que constituye según Poincaré (Henri, 1854-1912, francés) la fórmula del continuo físico.

Y como esta fórmula denuncia un desacuerdo intolerable con el principio de contradicción, ha habido necesidad de inventar el continuo matemático inalcanzable por medio de la numerabilidad, como reconoció el propio Cantor al invocar un nuevo principio para pasar de lo numerable a lo continuo. Lo numerable es disyuntivo, lo continuo copulativo, y tienden a la separación y a la reunión respectivamente; lo numerable es un intervalo espacial o temporal, lo continuo es un devenir que pasa de lo virtual a lo efectivo.

17.—Postulado de continuidad de la recta.— La existencia en una recta de puntos de abscisa irracional exige la recíproca para la construcción lógica de la Geometría, lo que se consigue con el *postulado de continuidad de la recta* que tiene varias formas, la más sencilla de las cuales es la de Dedekind:



Si los segmentos $A_1A'_1, A_2A'_2, \ldots, A_nA'_n$ *forman una sucesión decreciente y cada uno está contenido en el anterior, existe un punto* X *situado en todos ellos,* y no puede haber otro punto $X' \neq X$ porque entonces serían todos los segmentos $A_iA'_i$ mayores que XX', contra la hipótesis.

Este punto único X se toma como correspondiente al número real x, y procediendo así con todos los números reales queda establecida una correspondencia biunívoca entre el conjunto de los números reales y el conjunto de los puntos de la recta.

Este postulado es el fundamento de la Geometría Analítica que, al hacer corresponder a cada punto de la recta una abscisa y a cada número real un punto en la recta, considera sinónimas las palabras *punto* y *número* y al sustituír los puntos por sus números correspondientes, opera con éstos y traduce después los resultados al lenguaje geométrico.

Las magnitudes cuyas cantidades se pueden poner en correspondencia biunívoca con los números reales, se llaman *continuas.*

18. Potencia del continuo.—Antes de abordar el problema de la numerabilidad del conjunto de los números reales, demostremos este hecho sorprendente: *El conjunto de todos los números reales tiene la misma potencia que el de los comprendidos entre* 0 *y* 1.

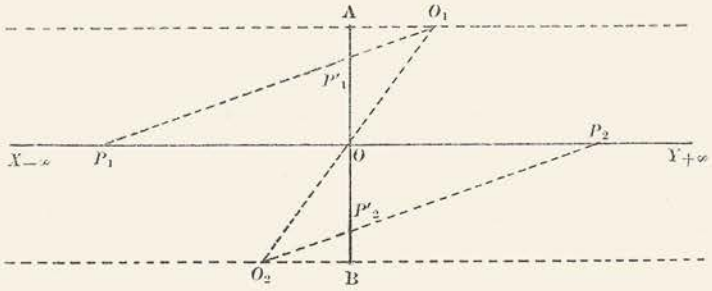
Para ello imaginemos representado el conjunto de todos los números reales sobre una recta XY

(1) *Über einen Satz aus der Theorie stetigen Mannigfaltigkeiten,* Götting. Nachrichten, 1879, pág. 119. Más tarde dice el mismo Cantor: "He tomado la palabra *potencia* de J. Steiner, que la emplea en un sentido especial para decir que dos figuras están relacionadas proyectivamente cuando a todo elemento de una le corresponde uno y sólo uno en la otra. En mi concepto de potencia se conserva la correspondencia biunívoca, pero, en cambio, no se impone ninguna restricción a la ley de coordinación". *Über unendliche lineare Punktmannigfaltigkeiten,* Math. Ann., vol. XX, 1882, pág. 183.

dividida en dos semirrectas por el origen O de abscisas y el conjunto de los números reales

$$0 \leqq x \leqq 1$$

en el segmento-unidad AB perpendicular a XY tal que sea $OA = OB = \frac{1}{2}$. Si por los puntos A y



B trazamos sendas paralelas a XY y tomamos en ellas dos puntos O_1 y O_2 simétricos respecto de O, resulta que a cada punto $\left\{\begin{matrix} P_1 \\ P_2 \end{matrix}\right\}$ de la semirrecta $\left\{\begin{matrix} OX \\ OY \end{matrix}\right\}$ le corresponde el $\left\{\begin{matrix} P'_1 \\ P'_2 \end{matrix}\right\}$ del segmento $\left\{\begin{matrix} OA \\ OB \end{matrix}\right\}$ en que lo corta la recta $\left\{\begin{matrix} O_1P_1 \\ O_2P_2 \end{matrix}\right\}$ y, recíprocamente, a cada punto $\left\{\begin{matrix} P'_1 \\ P'_2 \end{matrix}\right\}$ del segmento $\left\{\begin{matrix} OA \\ OB \end{matrix}\right\}$ le corresponde el punto $\left\{\begin{matrix} P_1 \\ P_2 \end{matrix}\right\}$ de la semirrecta $\left\{\begin{matrix} OX \\ OY \end{matrix}\right\}$ en que la corta la recta $\left\{\begin{matrix} O_1P'_1 \\ O_2P'_2 \end{matrix}\right\}$ y, en particular, al punto O $\left\{\begin{matrix} \text{del segmento } AB \\ \text{de la recta } XY \end{matrix}\right\}$ le corresponde el mismo punto $\left\{\begin{matrix} \text{de la recta } XY \\ \text{del segmento } AB \end{matrix}\right\}$ y al $\left\{\begin{matrix} A \\ B \end{matrix}\right\}$ el $\left\{\begin{matrix} X_{-\infty} \\ Y_{+\infty} \end{matrix}\right\}$ de la recta y recíprocamente. Siendo, pues, la correspondencia punto a punto, o número a número, en virtud del postulado de continuidad de la recta, es decir: biunívoca sin excepción, queda demostrado el teorema que creeríamos falso si, dejándonos llevar de la intuición, afirmásemos que una recta tiene *más* puntos que un segmento porque es *mayor* que éste, lo que nos advierte los peligros de creer válidos para los conjuntos infinitos conceptos y propiedades sólo demostradas para los conjuntos finitos.

Vemos, pues, que el conjunto de los números reales lo podemos sustituír por los números reales del segmento-unidad.

El problema de la numerabilidad del conjunto real lo abordó Cantor por el *método de las diagonales* que da para toda sucesión numerable imaginada de todos los números reales un número real que no figura en ella, lo cual es una contradicción que demuestra que el conjunto $\mathfrak{C}$ no es numerable.

Escribamos, en efecto, todos los números reales de $\mathfrak{C}$ en forma de fracción decimal y supongamos que están en una sucesión numerable

$$x_1 = 0, a_1\, a_2\, a_3 \ldots .$$
$$x_2 = 0, b_1\, b_2\, b_2 \ldots .$$
$$x_3 = 0, c_1\, c_1\, c_3 \ldots .$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

donde $a, b, c, \ldots$ son las cifras 0,1,2,....,9 en un orden y disposición cualquiera, y para evitar todo equívoco convendremos en emplear exclusivamente fracciones decimales de un número ilimitado de cifras (*13*) suponiendo por tanto, que las fracciones anteriores tienen infinitos nueves a partir de una cierta cifra.

Si imaginamos ahora la diagonal que pasa por las cifras $a_1, b_2, c_3 \ldots .$ y formamos un número decimal x' que tenga por primera cifra una $a'_1 \neq a_1$, por segunda una $b'_2 \neq b_2$, por tercera una $c'_3 \neq c_3$, etc., este número

$$x' = 0, a'_1\, b'_2\, c'_c \ldots .$$

es *distinto* de todos los x, e incluso podemos suponer que todas sus cifras son diferentes de 0 y de 9 si queremos excluír del segmento-unidad sus extremos 0 y 1.

Es $x' \neq x$ porque sus primeras cifras a_1 y a'_1 son distintas y dos fracciones decimales ilimitadas sólo pueden ser iguales cuando son iguales las cifras del mismo orden; análogamente es $x' \neq x_2$ por ser $b' \neq b_2$, etc.; luego la existencia del número x' distinto de todos los x demuestra que *el conjunto de los números reales no es numerable*, y al no ser coordinable el conjunto 1, 2, 3,...,n,... de todos los números naturales y el de todos los números reales comprendidos entre 0 y 1, tenemos dos potencias distintas: la de los conjuntos numerables que tienen la potencia $\aleph$ y la de los números reales del intervalo 0-1 que tienen la $\mathfrak{C}$, llamada *potencia del continuo*.

19. Comparacion de infinitos.—Estamos, pues, en presencia de dos infinitos: el conjunto de todos los puntos de una recta y el conjunto de todos los puntos de abscisa racional, y, por consiguiente, parece que podemos *pensar* conjuntos infinitos distintos y también *compararlos*.

La teoría de conjuntos gira en la órbita de este problema, cuya solución se funda en una observación hecha por Bolzano (Bernhard, 1781-1848, checo) a propósito de comparar no dos conjuntos infinitos sino uno finito y otro infinito (1), cuya diferencia esencial es, como sabemos (*8*), que, dado un conjunto infinito, siempre podemos encontrar una parte de él tal que a *todo* elemento del subconjunto le corresponde un elemento del conjunto, observa-

(1) *Paradoxien des Unendlichen*, ed. póstuma de F. Prihonsky, Leipzig, 1851; 2ª ed. Berlín, 1899; 3ª, 1920.

ción elevada después a la categoría de teorema por Dirichlet, y que puede servir para comparar los infinitos si consideramos como *equivalentes* en el sentido cantoriano (*15*) los conjuntos que se corresponden elemento a elemento, y entonces si los conjuntos M y N no son equivalentes y tienen por potencias μ y ν, ¿podemos decir que una de estas dos potencias es *mayor* que la otra?

Volvamos un momento a los conjuntos finitos y pensemos, para fijar las ideas, los conjuntos de personas y de sillas que hay en un salón, y supongamos que una persona se sienta en una silla, luego una segunda persona en una segunda silla y así sucesivamente hasta que se agote uno de los conjuntos. Si el de personas se agota antes que el de sillas, el número de personas es menor que el de sillas, de modo que dados dos conjuntos finitos M y N cuyos números cardinales son m y n, si M es equivalente a una parte de N, es $m < n$.

Pero si los conjuntos M y N son infinitos, el problema ya no es tan sencillo. Hemos visto que el conjunto de los números naturales es coordinable con el de los números pares, que es un subconjunto de él; más aún: que el conjunto racional, que es una parte del natural, es equivalente a éste, y es fácil demostrar el siguiente teorema: *Si de un conjunto infinito se suprime un conjunto infinito numerable, el conjunto formado por los elementos no suprimidos es un conjunto infinito que tiene la misma potencia que el primitivo.*

Si es A el conjunto infinito dado y B el conjunto infinito numerable que suprimimos, es

$$A = B + A'.$$

Este conjunto A′ es infinito porque el B se ha formado suprimiendo un primer elemento, luego un segundo, después un tercero, etc., sin agotar A porque si lo hubiéramos agotado sería finito; luego también podemos poner $A' = B' + A''$, siendo B′ numerable y A″ infinito. Ahora bien, como el conjunto $B + B'$ de dos conjuntos numerables es un conjunto numerable B″, es $A = B'' + A''$ y como B″ y B′ tienen la misma potencia porque ambos son numerables y A y A′ se pueden considerar como conjuntos de los conjuntos B″ y B′ y el conjunto A″, resulta que A y A′ tienen igual potencia.

De aquí se deduce esta importante propiedad: *La potencia del numerable es la menor potencia de los conjuntos infinitos.*

Por último, enunciemos sin demostración, porque es larga y complicada, el llamado *teorema de equivalencia* debido a Bernstein (Félix, 1878-...., alemán): *Si* M *es equivalente a una parte de* N y N *equivalente a una parte de* M, *los conjuntos* M y N *son equivalentes,* el cual puede considerarse como caso particular del teorema de Banach: *Si la función* φ *transforma de una manera biunívoca el conjunto* A *en un subconjunto* B *y, de igual modo, la función* ψ *transforma* B *en un subconjunto de* A, *existe una descomposición de los conjuntos* A y B,

$$A = A_1 + A_2, \quad B = B_1 + B_2$$

que satisface las condiciones

$$A_1 A_2 = 0, \quad B_1 B_2 = 0, \quad \varphi(A) = B_1, \psi(B_2) = A_2,$$

cuya demostración puede verse en los Fundamenta Mathematicae, vol. VI, Varsovia, 1924, pág. 236.

El teorema de Bernstein establece la siguiente definición:

Si M y N son dos conjuntos cualesquiera de potencias respectivas μ y ν y es M equivalente a una parte de N pero no a N, se dice que μ es menor que ν o que ν es mayor que μ, escribiendo $\mu < \nu$ o $\nu > \mu$.

Claro es que cuando los conjuntos son finitos estas desigualdades son las que se verifican entre los números naturales.

Tenemos, pues, los siguientes casos:

I. Si M es equivalente a N, es

$$\mu = \nu \quad y \quad \nu = \mu$$

por definición.

II. Si M es equivalente a una parte de N y N equivalente a una parte de M, es

$$\mu = \nu \quad y \quad \nu = \mu$$

en virtud del teorema de Bernstein.

III. Si M es equivalente a una parte de N y N no es equivalente a ninguna parte de M, es $\mu < \nu$ y $\nu > \mu$.

IV. Si N es equivalente a una parte de M y M no es equivalente a ninguna parte de N, es $\nu < \mu$ y $\mu > \nu$.

V. Si M no es equivalente a ninguna parte de N ni N equivalente a ninguna parte de M, no se puede concluír nada.

Hasta ahora no se ha encontrado ningún ejemplo que ilustre este último caso. Más adelante, cuando estudiemos el axioma de elección, abordaremos la posibilidad de la imposibilidad de que se presente. Cantor no sólo admite que también es $\mu = \nu$ sino que parece postular que los conjuntos M y N deben ser finitos y, por tanto μ y ν números cardinales finitos y ordinales iguales.

La demostración de este último resultado preocupa actualmente a los matemáticos para poder justificar las definiciones de las operaciones con conjuntos infinitos y, por consiguiente, con potencias.

20. Continuidad y discontinuidad.—Obsérvese que estos conjuntos infinitos de cuya comparación hemos hablado, son infinitos actuales, es decir: infinitos cuyos elementos hay que concebir *simultáneamente* todos, no los infinitos potenciales cuyos elementos se dan *sucesivamente,* que son los que maneja, en realidad, la Aritmética pues que todos los algoritmos infinitos que caen bajo su jurisdicción están formados por un número finito n de elementos y lo que hace es tomar n lo suficiente-

mente grande para que se cumplan ciertas condiciones.

Los infinitos que hemos comparado no son un devenir, sino un ser, o, empleando términos aristotélicos, son *actos* y no *potencias,* para no incurrir en el vicio de los logísticos cuando consideran como infinitos actuales los infinitos eternos de que habla Pascal (Blaise, 1623-1662, francés) que no son otra cosa sino indefinidos inmovilizados que justifican la opinión de Bloch (André,...., francés) sintetizada en una frase semejante al conocido apotegma escolástico y que, lanzada en 1926, se ha hecho ya famosa: *Nihil est in infinito quod prius non fuerit in finito* (1), que es el grito de guerra de los finitistas actuales, y que conviene examinar porque en todas las cuestiones en que interviene el infinito —"nuestro amigo más amado, pero también el mayor enemigo de nuestra paz espiritual", según la bella frase de Pierpont (James..., norteamericano), apud Bull. Soc. Am. Math., 1928— es indispensable precisar el sentido de cada vocablo para no caer en las redes del paralogismo.

La ley conmutativa de la suma nos autoriza a alterar arbitrariamente el orden de los sumandos sin que cambie el resultado, pero esta ley no es válida para ciertas series numéricas como las convergentes no absolutamente convergentes, es decir: las que convergen sin que converja la serie formada por los valores absolutos de sus términos, tal la bien conocida

$$1 - {}^1/_2 + {}^1/_3 + {}^1/_4 - {}^1/_5 + \ldots.$$

a la que se le puede asignar un valor arbitrario. En esto consiste lo que Bouligand (Georges,...., francés) ha llamado *manifestación específica* de la presencia de infinitos términos en el fenómeno de la dispersión de sumas (1); pero obsérvese que tal valor arbitrario es susceptible de la aproximación que queramos tomando un número finito de términos siempre que podamos elegir a voluntad un cierto número de términos positivos y otro cierto número de términos negativos y, por tanto, la afirmación de Bloch es legítima en cuanto el resultado de un problema infinito proviene de la superposición de un conjunto de problemas finitos.

Esto demuestra al propio tiempo el paralelismo que existe entre la Física y la Matemática contemporáneas cuyas cuestiones se pueden estudiar mediante el continuo y el discontinuo con una dualidad de métodos que perturban a la Física de hoy por las dificultades que produce y en la Matemática en cambio, reafirman su unidad.

Para Broglie (Louis de, 1892...., francés) lo continuo y lo discontinuo "son como las dos caras de un objeto que no se pueden contemplar a la vez, y, sin embargo, hay que tener en cuenta para describirlo completamente" (3), de modo que nuestro conocimiento de los aspectos continuos de la materia aumenta con el conocimiento de sus discontinuidades, y recíprocamente.

En la Matemática, en cambio, las relaciones entre lo continuo y lo discontinuo, lo finito y lo infinito, se pueden enfocar desde dos puntos de vista opuestos: considerar lo continuo como una emanación de lo discontinuo y lo infinito como un enriquecimiento de lo finito o admitir la prioridad de lo continuo y de lo infinito respecto de lo discontinuo y de lo finito siendo entonces lo finito una limitación de lo infinito.

La primera posición legitima el paso al límite —operación que tiende el puente entre la Aritmética y el Análisis— y descubre propiedades en lo infinito sin correspondencia en lo finito. Si consideramos, por ejemplo, un polinomio de variable compleja con un número finito de términos, hay casos en que una serie convergente de infinitos términos es una función analítica y, como ha hecho observar Montel (Paul, 1876...., francés), el paso de un número finito a un número infinito de términos introduce el hecho nuevo de la existencia de un punto singular sin el cual la función analítica se reduciría a una constante (4).

La segunda posición es más filosófica que matemática, ya que lo infinito, en el sentido cartesiano, es anterior a lo finito de igual modo que lo continuo precede a lo discontinuo en la filosofía de Bergson (Henri, 1859-1941, francés).

---

(1) *Les fonctions holomorphes et méromorphes dans le cercle-unité,* Mémorial des Sciences mathématiques, fasc. XX, París, 1926.

(2) *Le finitisme et son efficacité dans la recherche mathématique,* Revue Scientifique, vol. LXVI, pág. 585, París, 1928.

(3) *La Physique nouvelle et les quanta,* pág. 242, París, 1937.

(4) *Leçons sur les séries de polynomes à une variable complexe,* París, 1910.

(*Continuará*)

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(Suplemento):528-547, diciembre de 2017
doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.586

Sobre las geometrías no euclidianas: Notas históricas y bibliográficas

Francisco José Duarte Isava

Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 1946, 7 (25-26): 63-81.



Francisco José Duarte Isava (1883-1972)

Ingeniero venezolano reconocido como uno de los científicos más importantes de su país. Alternó su trabajo como ingeniero con la docencia en la Universidad Central de Venezuela, como profesor de geometría analítica, algebra superior, análisis infinitesimal y mecánica racional, y también de Algebra Superior en la Universidad Santa María, en Caracas. En 1933 funda la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela, institución que presidió en dos ocasiones. Fue además director del *Observatorio Astronómico y Meteorológico "Juan Manuel Cagigal"*. Participó activamente en los Encuentros Internacionales de Matemáticos de Bologna (1928), Zurich (1932) y Boston (1950) y en varios Congresos de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, así como en los congresos internacionales para el uso pacífico de la energía atómica, en Ginebra en 1955 y 1958. Publicó 7 libros, más de 80 trabajos matemáticos en revistas de renombre internacional, y escribió, adicionalmente, una gran cantidad de notas de prensa que incluyen biografías de matemáticos famosos. Recibió muchos reconocimientos en Venezuela por su distinguida labor en pro de la ciencia y la matemática en su país.

Información biográfica suplementaria: http://www.tayabeixo.org/biografias/duarte.htm

Duarte Isava escribió un extenso y bien documentado artículo sobre la historia del postulado de Euclides y el surgimiento de las geometrías no euclidianas. Dedicó un apartado a los *Ensayos de demostración del postulado de Euclides del Dr. Julio Garavito Armero* (1865-1920), en el cual hace un riguroso análisis de dos demostraciones de Garavito para concluir - en el caso de la primera- que este ejericio es un claro ejemplo de los ensayos de demostración en los cuales se reemplaza el postulado de Euclides por otro más difícil de admitir. Sobre el segundo ensayo afirma que el error de Garavito está en haber olvidado que los teoremas de la Geometría no son verdades geométricas sino verdades enunciadas en un lenguaje geométrico, las cuales no se aplican a figuras concretas de la geometría mientras no se acuerden previamente los postulados fundamentales. En otros términos, que las verdades de la geometría no son absolutas sino relativas al sistema de principios en el cual se basa. Este trabajo le sirvió a Duarte para ingresar como miembro correspondiente a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales[1]. Dos aspectos hacen muy valioso este artículo para la historia de las matemáticas en Colombia: la rigurosidad del mismo y las fuentes utilizadas, además de la *Nota Editorial*[2] que aparece al final del artículo, en la cual Álvarez Lleras manifiesta que en otra ocasión probará que Duarte está equivocado, "porque Garavito, más que matemático, fue filósofo sincero que nunca tuvo en mente cosa diferente de la persecución de la verdad" y "así haremos ver que los errores que el doctor Duarte cree encontrar en las exposiciones de Garavito, no lo son para todos, por cuanto la escuela de los pangeómetras no es universal, ni las ideas contrarias a la matemática clásica han obtenido hasta ahora un triunfo absoluto." La corrección a Duarte nunca apareció.

Clara Helena Sánchez, Ph.D.
Miembro Correspondiente

[1] Aunque había sido publicado en 1945 en el *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales* de Venezuela, Año XI, Tomo IX, No.26, pp.3-52.

[2] Nota de la Dirección, *Rev, Acad. Colomb, Cienc.* , Vol. VII, Nos. 25-26, p.81.

SOBRE LAS GEOMETRIAS NO EUCLIDIANAS

NOTAS HISTORICAS Y BIBLIOGRAFICAS

F. J. DUARTE
Miembro Correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales.

INTRODUCCION

El descubrimiento o, si se quiere, la creación de la *Geometría no-euclidiana* antes de terminar el primer tercio del siglo XIX es un acontecimiento trascendental en la historia de las Matemáticas. Como ha sucedido muchas veces en casos análogos, este gran descubrimiento no fue entendido por los contemporáneos de *Lobatchewsky:* "Tal como era parecía contradecir un axioma cuya necesidad está basada únicamente sobre un prejuicio consagrado desde hace millares de años", como dicen los editores de las obras del ilustre geómetra. "Se necesitaron todavía cien años —dice *Gonseth*— para que, con *Poincaré* y *Einstein,* nos diéramos cuenta de la trascendencia de este descubrimiento". [124], 79.

Cuenta el historiador y matemático *Eric Bell* que *Lobatchewsky* pasó cuarenta años en la Universidad de Kasan, como estudiante, profesor adjunto, profesor y finalmente rector. Los servicios eminentes que prestó a su patria tuvieron por única recompensa que el gobierno ruso lo destituyera bruscamente en 1846 de sus funciones de rector y profesor de la Universidad, "sin dar ninguna explicación pública de este doble insulto inmerecido" [161], 325 (*). Los otros profesores de la Universidad, arriesgando su propia situación, protestaron unánimemente contra este ultraje. Se les respondió secamente que, "como simples profesores no tenían capacidad para juzgar los actos del Gobierno". No era la primera vez que ocurría en el mundo semejante injusticia: recuérdese, entre otras, la historia de *Tycho Brahe.*

Nueve años después, en 1855, la Universidad de Kasan celebraba el primer medio siglo de existencia. *Lobatchewsky* concurrió a la conmemoración y presentó un ejemplar de su inmortal *Pangeometría,* resumen del trabajo completo de su vida científica. Pocos meses más tarde *Lobatchewsky* murió a la edad de 63 años.

Como muy bien ha dicho *Parfentieff:* "A medida que el pensamiento matemático y filosófico moderno profundiza sus problemas actuales, nos persuadimos más de que diversos pensamientos, ideas y métodos de *Lobatchewsky,* ese genio potente y profundo, penetran en todas las ramas de las ciencias físico-matemáticas, tienen influencia sobre su desarrollo y vemos mejor qué gran valor tiene y seguirá teniendo la Geometría no-euclidiana de *Lobatchewsky* en general en la filosofía de la Naturaleza". [150], 476.

(*) Los números entre paréntesis indican la obra correspondiente en la bibliografía al fin de este trabajo; el número colocado al lado indica la página del libro citado.

El 26 de febrero de 1926 la Sociedad Físico-Matemática y la Universidad de Kasan celebraron, en presencia de numerosos delegados oficiales, el centenario del descubrimiento de la geometría no euclidiana por *Lobatchewsky.* La Sociedad Físico-Matemática de Kasan publicó en esta ocasión un volumen cuyo título es:

"Ad anum MCMXXVI centesimum a geometra Kasaniensi N. J. Lobacevsky non-euklidae geometriae systematis inventi concelebrandum". In 8º de 112 pág. 1927.

Nuestro querido y venerado maestro, el ilustre matemático *Dimitry Mirimanoff,* al hacer el análisis de esta publicación, termina con estas palabras: (*)

"Víctor Hugo dijo con ocasión del 6º centenario del Dante: 'Una solemnidad como esta es un magnífico síntoma. Es la fiesta de todos los hombres celebrada por una nación como homenaje a un genio. Cada nación da a las otras una parte de su grande hombre. La unión de los pueblos se prepara por la fraternidad de los genios'.

"¿No se podrían aplicar estas palabras al centenario de uno de los más grandes descubrimientos del siglo XIX?".

El objeto del trabajo que hoy sale a luz es, como lo indica su título, presentar algunas notas históricas y bibliográficas sobre las geometrías no-euclidianas. Ni las unas ni las otras pretendemos que puedan ser completas.

También exponemos varias de las numerosas demostraciones que se ha pretendido dar del postulado de *Euclides,* con la crítica correspondiente.

Existen varias listas bibliográficas de las geometrías no-euclidianas, las que citamos en la Bibliografía al final de este trabajo [13], [34,] [39], [69]. No conocemos ninguna de estas listas; nuestra bibliografía está formada por las obras que poseemos en nuestra biblioteca particular y por los libros que consultamos en algunas bibliotecas europeas y otras que no hemos tenido a mano y que están citadas en algunos de aquellos libros, como son las listas bibliográficas mencionadas. Además, no todas las obras citadas tratan exclusivamente de la teoría de las paralelas o de las geometrías no euclidianas.

Este trabajo estaba comenzando desde hace varios años; diversas circunstancias habían impedido concluírlo. Esperamos la indulgencia del lector y deseamos que encuentre interesante un conjunto de datos que se hallan diseminados en multitud de obras, muchas de ellas difíciles hoy día de conseguir.

Caracas, marzo de 1945.

(*) V. L'Enseignement Mathématique, 1929, p. 349.

Los postulados sobre los cuales se funda la Geometría elemental, enunciados explícitamente en los célebres *Elementos* de *Euclides* [10], 2, fueron considerados durante largo tiempo como verdades evidentes de una manera absoluta. Sinembargo, como lo hace notar *Mac Leod* [134], 29, el gran número de ensayos de demostración del célebre postulado de las paralelas desde la antigüedad hasta la primera mitad del siglo XIX, prueba que ese postulado pareció a los matemáticos menos evidente que los otros.

Todos los ensayos de demostración, algunos de los cuales exponemos en esta Nota, fracasaron, porque en ellos se sustituía implícitamente la proposición que se pretendía probar por otra equivalente. Hoy día el asunto está completamente aclarado y la demostración del postulado de *Euclides* pertenece a la misma categoría que la resolución de los problemas de la cuadratura del círculo, de la trisección del ángulo o de la duplicación del cubo, problemas en los cuales solo se ocupan, como decía *Lacaille,* los que no son matemáticos.

Desde *Euclides* hasta *Legendre,* dice *Barbarin* [146], 6, es decir durante más de dos mil años, los geómetras desconocieron la verdadera naturaleza del postulado de *Euclides* y supusieron erróneamente que esta proposición estaba contenida en la noción clásica de la línea recta.

Sin embargo, *Lambert* (1728-1777) y *Taurinus* (1794-1874), a pesar de estar convencidos de la verdad del postulado de *Euclides,* trataron de averiguar las consecuencias que resultarían de negar su validez y llegaron a darse cuenta de que la negación de tal proposición no podía *a priori* conducir a contradicción lógica por la analogía existente entre las propiedades de las rectas del plano y las de los círculos máximos de la esfera, exceptuando el 6º postulado: *Dos rectas no pueden encerrar un espacio.*

Taurinus hizo en 1826 la audaz y profética hipótesis de que existen probablemente superficies curvas en las cuales ciertas curvas contenidas en ellas tienen propiedades análogas a las de las rectas del plano, con excepción del 5º postulado: *Dos rectas de un plano que hacen de un mismo lado, con una tercera, ángulos cuya suma es inferior a dos ángulos rectos se encuentran de ese lado.* [146], 7. Veremos más adelante en la interpretación dada en 1868 por *Beltrami* la exactitud de la hipótesis de *Taurinus. Taurinus* [127], 67, dedujo las fórmulas de la Trigonometría no euclidiana de las de la Geometría esférica, sustituyendo el radio real k por el radio imaginario ik.

Antes de *Lambert* y de *Taurinus,* se puede considerar como un precursor de las ideas no euclidianas al italiano *Gerolamo Saccheri.* En efecto, *Saccheri* consideró un cuadrilátero birrectángulo en el cual los lados perpendiculares a la base son iguales y, por consiguiente, los otros dos ángulos son iguales; examinó las tres hipótesis relativas a estos ángulos, a saber: que fueran rectos, agudos u obtusos. Debido a los prejuicios de su época —dice *Veronesse* [57]— en que se consideraba la Geometría euclidiana como la única posible, *Saccheri* rechazó la hipótesis que lo habría conducido a la creación de las geometrías no euclidianas, por razones sin fundamento sólido, como veremos luego.

Fue solamente en 1829 cuando aparecieron en ruso, en el Boletín de la Universidad de Kasan, los primeros trabajos de *Lobatchewsky* (1793-1856) sobre la Geometría no euclidiana que él llamó *Geometría imaginaria* y después *Pangeometría.*

Tres años más tarde, en 1832, el geómetra húngaro *Juan Bolyai* (1802–1860), hijo de *Wolfgang Bolyai* (1775–1856), publicó en latín un sistema de geometría enteramente semejante al de *Lobatchewsky,* en un Apéndice a una obra de su padre. La traducción francesa de este Apéndice figura con el Nº 22 en la Bibliografía que acompaña este trabajo.

La semejanza de las obras de *Lobatchewsky* y de *Bolyai* es tan grande que parece increíble, dice *Russell* [85], 15, que fueran independientes. Se sabe, sin embargo, que *Bolyai* ignoraba los escritos de *Lobatchewsky* que solo fueron traducidos en francés en 1837: *Géométrie imaginaire* (Journal de Crelle, t. XVII) y en alemán en 1840: *Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien.*

El gran geómetra *C. F. Gauss* (1777–1855) pasó casi toda su vida, desde la edad de 15 años, reflexionando sobre los fundamentos de la Geometría. El ilustre geómetra comprendió que el "axioma" de las paralelas no podía deducirse de los otros postulados y llegó a fundar un sistema completo de geometría en el cual se supone falso el postulado de Euclides. Llegó así a los mismos resultados que *Lobatchewsky* y *Bolyai* como consta de su correspondencia con *Schumacher* y *Wolfgang Bolyai* [17], [65], [160]. Sin embargo, *Gauss* no quiso publicar sus profundas investigaciones, temiendo, como él decía, "los clamores de los beocios" ("Geschrei der Böotier") [111], 73; [160], 11; [127], 57.

Gauss fue no solamente el iniciador de la Geometría no euclidiana, sino que también la influencia de la grande autoridad de semejante maestro fue decisiva en la aceptación de la nueva doctrina. El verdadero triunfo de la Geometría no euclidiana data, dice *Bonola* [133], 282, del día en que se supo que *Gauss* estaba convencido de su validez lógica y de la posibilidad de un espacio físico que respondiese a ella.

La hipótesis del ángulo agudo de *Saccheri* corresponde a la Geometría de *Lobatchewsky.* A *Riemann* (1826–1866), ilustre matemático alemán, se debe la geometría correspondiente al caso del ángulo obtuso.

En la célebre Memoria presentada por *Riemann* a la Facultad de Filosofía de Gotinga en 1854 (*) y publicada en 1867 [70], 280, el autor define la noción de *curvatura del espacio* en un punto, gene-

(*) Ueber die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen.

ralizando la noción de curvatura de un superficie dada por *Gauss* (*), aplicándola al caso de una multiplicidad de n dimensiones en un espacio de $n+1$ dimensiones.

Riemann toma como elemento infinitesimal del cuadrado de la distancia una forma cuadrática de las diferenciales de las variables, cuyos coeficientes a_{ij} son funciones de estas variables:

$$ds^2 = \sum_{i,j} a_{ij}\, dx_i\, dx_j \qquad (i,j = 1, 2 \ldots, n).$$

Riemann hace notar que el carácter común de las variedades en que la curvatura es constante en todos los puntos, puede expresarse diciendo que las figuras pueden moverse libremente en ellas sin sufrir deformaciones. Es evidente, en efecto, que las figuras no podrían sufrir traslaciones o rotaciones arbitrarias si la medida de la curvatura en la variedad correspondiente no fuera la misma en todos sus puntos y en todas las direcciones.

Si se designa por k la curvatura del espacio, *Riemann* halla para el elemento de distancia la fórmula:

$$ds = \frac{1}{1 + \frac{k}{4}\sum x_i^2} \sqrt{\sum dx_i^2}$$

en la cual el índice i debe tomar los valores 1, 2, 3 para el espacio ordinario.

Según el valor de k se obtienen las diferentes especies de geometrías. A $k = o$ corresponde la Geometría euclidiana o *Geometría parabólica;* a $k < o$ la Geometría de *Lobatchewsky* y de *Bolyai* o *Geometría hiperbólica* y a $k > o$ la geometría de *Riemann* o *Geometría elíptica.* Se supone que en todo el espacio se verifica el principio de superposición de las figuras y que la recta es determinada siempre por dos puntos.

La única superficie de curvatura constante positiva en la Geometría euclidiana es la esfera (**). Se puede interpretar la Geometría elíptica del plano, como lo dijo *Lambert,* como métrica de la esfera euclidiana, pero no de una manera completa, pues en la esfera dos círculos máximos se cortan siempre en dos puntos opuestos. Para que la recta esté determinada por dos puntos es preciso considerar solamente una región limitada de la superficie llamada *región normal.*

Tampoco existe, como lo ha demostrado *Hilbert* [137], 232, ninguna superficie de curvatura constante negativa, sin puntos singulares, sobre la cual sea válida integralmente la Geometría hiperbólica del plano. [146], 36.

Helmholtz (1821–1894) hizo ver que la forma dada por *Riemann* al elemento *ds* para los espacios cuya curvatura es constante, es la única compatible con el transporte, sin deformación, de las figuras en el espacio.

El matemático sueco *S. Lie* (1842–1899) aplicó a las investigaciones de *Riemann* y de *Helmholtz* la teoría de los grupos continuos de transformaciones. Sus trabajos con los de *Klein* (1849–1925) y de *H. Poincaré* (1854–1912), han dado a las geometrías no-euclidianas su verdadera significación.

Para terminar estas notas históricas sobre las geometrías no euclidianas, nos resta hablar de la Geometría de Cayley.

El geómetra inglés *Cayley* (1821–1895) llama *absoluto* una cónica o una cuádrica con respecto a las cuales se estudian respectivamente las propiedades de las figuras del plano y las de las figuras del espacio, subordinando la Geometría métrica a la proyectiva.

En esta geometría se define el ángulo de dos planos P_1 P_2 que se cortan, del modo siguiente: sean T_1 T_2 los planos tangentes a una cuádrica C llevados por la recta de intersección de P_1 P_2; el ángulo de los dos planos se define por la fórmula

$$V = \frac{1}{2i}\, log\, (P_1, P_2, T_1, T_2)$$

siendo el paréntesis la relación anarmónica de los cuatro planos. Cuando esta relación es igual a -1 será $V = \frac{\pi}{2}$ y los planos P_1, P_2 son conjugados en la cuádrica.

De una manera análoga se define el ángulo de dos rectas que se cortan por medio de las tangentes al *absoluto* situadas en el mismo plano de las rectas y llevadas desde su punto de corte.

La distancia de dos puntos M_1 M_2 se define por la ecuación

$$M_1 M_2 = \frac{k}{2i}\, log\, (M_1, M_2, A_1, A_2)$$

siendo A_1 A_2 los puntos en que la recta $M_1 M_2$ encuentra el *absoluto.*

Estas definiciones no se alteran cuando se efectúa una transformación homográfica. Cuando la transformación es por polares recíprocas, los ángulos se cambian en distancias y éstas en ángulos. Ellas concuerdan con las definiciones habituales cuando la cuádrica considerada C se confunde con el *círculo del infinito.*

Si el *absoluto* es una cuádrica real convexa, toda recta situada en el interior de la superficie encuentra ésta en dos puntos. La relación anarmónica es siempre positiva y la distancia $M_1 M_2$ es real si se toma la constante $k = Ri$, siendo R real.

Considerando únicamente el espacio interior a la superficie, la geometría que resulta de estas definiciones es la de *Lobatchewsky* y de *Bolyai.*

Si el *absoluto* es una cuádrica imaginaria que contiene todos los puntos reales, se halla la Geometría de *Riemann.*

Cayley había estudiado la métrica proyectiva sin ocuparse de sus relaciones con las geometrías no euclidianas. [43], t. II. p. 561. Fue *Félix Klein* quien descubrió estas relaciones [26], Math. Ann. t. IV. p. 573; [133], 303. *Klein* demostró que en la hipótesis no euclídea es posible constituír la Geo-

(*) Recherches générales sur les surfaces courbes. Trad. M. E. Roger, Grenoble, 1870. p. 14-17.

(**) H. Liebmann, Göttingen Nachrichten 1899 p. 44, ha demostrado que para que pueda verificarse en su integridad la Geometría plana elíptica sobre una superficie de curvatura constante positiva, esta superficie ha de ser cerrada.

metría proyectiva y subordinar, como en el caso de la Geometría euclidiana, las propiedades métricas a las proyectivas.

En cuanto a las representaciones de las geometrías no euclidianas y las pruebas de la indemostrabilidad del postulado de *Euclides,* entre otras las suministradas por las métricas proyectivas de *Cayley* y de *Klein,* podrá verlas el lector en [26], [116], [133], [147], [162], etc., no siendo nuestro objeto hacer una exposición completa del asunto.

Pasaremos, pues, a exponer varios ensayos de demostración del célebre postulado de Euclides.

DEMOSTRACIONES DEL POSTULADO DE EUCLIDES

I.—ENSAYO DE DEMOSTRACION DEL POSTULADO DE EUCLIDES DE PROCLUS

Se funda en este postulado: la distancia entre dos rectas concurrentes crece hasta hacerse infinitamente grande cuando se las prolonga suficientemente, en cambio la distancia entre dos paralelas se matiene finita. De aquí deduce que por un punto dado pasa una sola paralela a una recta y por consiguiente es cierto el 5º postulado de Euclides.

II.—ENSAYO DE DEMOSTRACION DE NASSIR-EDDIN

Se funda en esta proposición: si las rectas *AD* y *BC* (fig. 1) son, la primera perpendicular y la segunda oblicua al segmento *AB,* los segmentos de perpendicular trazada de un punto de *AD* a la recta *BC* son menores que *AB* en la región *DABC* en que *BC* forma ángulo agudo con *AB* y mayores que *AB* en la región *FABG* en que *BC* forma ángulo obtuso con *AB*. De aquí deduce que si dos segmentos perpendiculares a *AB* son iguales, serán también perpendiculares a *AD* y la figura formada por las cuatro rectas será un cuadrilátero con sus cuatro ángulos rectos, es decir un rectángulo. Trazando una diagonal se deduce que la suma de los ángulos de un triángulo rectángulo es igual a dos rectos, por ser la mitad del rectángulo. Como un triángulo cualquiera se puede dividir en dos triángulos rectángulos, resulta que la suma de los ángulos de un triángulo cualquiera es igual a dos ángulos rectos y de esta última proposición puede deducirse el postulado de *Euclides.*

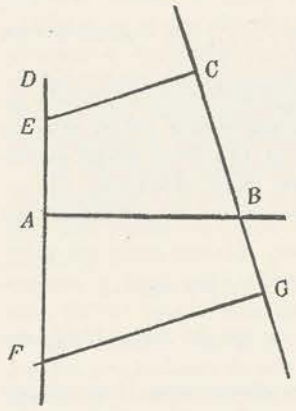


Fig. 1

III.—ENSAYO DE DEMOSTRACION DE WALLIS

John Wallis (1616–1703) sustituye el 5º postulado por la hipótesis de que sea posible construír un triángulo semejante a otro dado y de magnitud arbitraria, por analogía con el caso del círculo y el 3er postulado de Euclides: *desde cualquier centro y con cualquier radio se puede trazar un círculo.*

Ahora, la semejanza de las figuras solo existe en la Geometría euclidiana. [133], 262.

IV.—ENSAYO DE DEMOSTRACION DE SACCHERI

Gerolamo Saccheri (1667-1733) en su obra *Euclides ab omni naevo vindicatus; sive geometricus quo stabiliuntur prima ipsa geometriae principia,* Milán, 1733, considera un cuadrilátero cuyos lados opuestos *AD* y *BC* (fig. 2) son iguales y perpendiculares a la recta *AB* y examina las tres hipótesis que se presentan como posibles sobre los ángulos iguales *C* y *D* del cuadrilátero, a saber: los dos ángulos son rectos; ambos obtusos o ambos agudos. En el primer caso la suma de los tres ángulos de un triángulo es igual a dos rectos de donde deduce *Saccheri* la validez del 5º postulado.

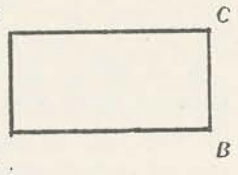


Fig. 2

En el segundo caso la suma de los ángulos de un triángulo es superior a dos ángulos rectos. Fundándose en la hipótesis de que la recta es infinita demuestra también en el caso del ángulo obtuso la validez del 5º postulado. Pero como de este postulado se deduce que la suma de los ángulos de un triángulo es igual a dos ángulos rectos, debe rechazarse la hipótesis del ángulo obtuso. Es decir, esta hipótesis es incompatible con el 6º postulado.

En el tercer caso la suma de los ángulos de un triángulo es inferior a dos ángulos rectos. *Saccheri* rechaza también esta hipótesis fundándose en que si ella fuera verdadera, "dos rectas podrían tener una perpendicular común en un punto común situado en el infinito, lo que repugna a la naturaleza de la línea recta". [146], 21.

Siendo pues solamente posible la primera hipótesis, *Saccheri* creyó así haber demostrado el Postulado de Euclides.

V.—TRABAJOS DE LAMBERT

El geómetra suizo *J. H. Lambert* (1728–1777) en su obra *Theorie der Parallellinien* publicada, después de su muerte, 1786, considera un cuadrilátero trirrectángulo y hace las tres hipótesis sobre la naturaleza del cuarto ángulo. Emite la idea de que la hipótesis del ángulo agudo podría ser realizada sobre una cierta superficie que él llama *esfera imaginaria.* Rechaza la hipótesis del ángulo obtuso porque ella tiene como consecuencia la adopción de una unidad absoluta de longitud.

VI.—ENSAYO DE DEMOSTRACION DEL POSTULADO DE EUCLIDES DE BERTRAND (DE GINEBRA)

Luis Bertrand (1731-1812) ensayó esablecer la teoría de las paralelas sin basarse en ningún postulado para lo cual empleó un procedimiento de *bandas infinitas,* propuesto en 1667 por *Antonio Arnauld,* llamado el *gran Arnauld* (1612–1694). Estableció previamente los lemas siguientes:

1º) Sobre uno de los lados *AX* (fig. 3) de un ángulo recto *XAA',* se toman longitudes iguales

AB, BC, CD, ...; por los puntos de división se llevan las perpendiculares BB', CC', DD' ... al lado AX. Las bandas $A'ABB'$ así formadas son ilimitadas en el sentido AA'; sin embargo, es imposible llenar el espacio angular XAA' por grande que sea el número de bandas que se tomen.

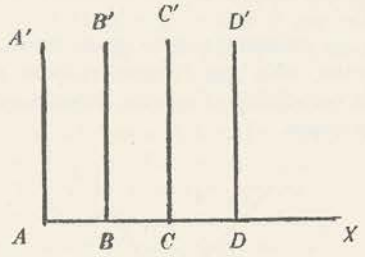


Fig. 3

2º) Un ángulo $A'AB'$ por pequeño que sea, sumado sucesivamente a sí mismo puede cubrir completamente el ángulo recto XAA'.

De estas proposiciones deduce Bertrand que dos rectas, una de ellas perpendicular y la otra oblicua a una tercera son necesariamente concurrentes.

El método es ingenioso y original, pero indudablemente carente en absoluto de rigor matemático pues se funda en la comparación de espacios infinitos. [84], 88.

VII.—EXPOSICION DEL ENSAYO DE BERTRAND DE DEMOSTRACION DEL POSTULADO DE EUCLIDES

Por el Prof. Alberto Lista y Aragón.

El Prof. Alberto Lista y Aragón, literato y matemático español (1775–1848) publicó un *Tratado de Matemáticas puras y mixtas*. En el *Tratado de Geometría* se halla la siguiente exposición de Bertrand para demostrar el postulado de Euclides:

"Sea EF (fig. 4) una recta dada; por el punto cualquiera C tiro a ésta la perpendicular CD. Levanto en C la CB perpendicular a CD. Las rectas CB y EF serán paralelas por ser perpendiculares a CD. Digo que la recta CA que forma ángulo agudo con la CD se ha de encontrar con EF. Sea n la relación entre el ángulo recto y el ángulo agudo BCA; suponemos que n es un número entero. Tomo sobre CD n número de partes iguales a CE (a partir de C) y por los puntos de división tiro GH, MN ... perpendiculares a CD. Se forman así n bandas iguales $BCEF$, $FEGH$, $HGMN$, ...

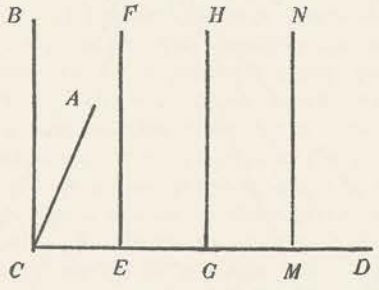


Fig. 4

Ahora, espacio indefinido $BCD >$ espacio indefinido $BCMN$ porque el primer espacio se extiende por la derecha y por la parte superior, mientras que el segundo se extiende sólo por la parte superior. Dividiendo ambos miembros por n resulta:

$$\text{espacio } BCA > \text{ espacio } BCEF$$

Pero esto es imposible si la recta CA no corta la EF. Luego: por el punto C no se puede tirar la EF sino la paralela CB.

Si el ángulo BCA no se contiene exactamente en el recto, de modo que $n = m +$ una fracción, tomo una banda más de las que indica el número entero m. Siempre será el ángulo recto mayor que la banda total; luego dividiendo el primero por n y la segunda por $m + 1 > n$ el cociente primero que es BCA será mayor que el segundo, que es $BCEF$ y la conclusión es la misma". [41], 18.

La exposición precedente permite darse cuenta con más claridad de la idea que sirve de base al ensayo de demostración de Bertrand.

VIII.—ENSAYO DE DEMOSTRACION DEL 5º POSTULADO DE EUCLIDES

Por Schumacher. [17], 35-36

Carta de Schumacher a Gauss.—Me tomo la libertad de someter a su juicio una tentativa que he hecho para demostrar, sin el recurso de las paralelas ni de ninguna teoría la proposición: la suma de los tres ángulos de un triángulo es igual a 180° de donde se deduciría entonces la demostración del axioma de *Euclides*. Los únicos principios que supongo establecidos son que la suma de todos los ángulos formados alrededor de un punto es igual a 360° o a 4 ángulos rectos, y que los ángulos opuestos por el vértice son iguales.

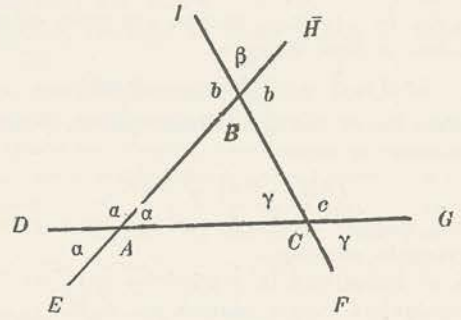


Fig. 5

Prolonguemos indefinidamente los lados de un triángulo rectilíneo ABC (fig. 5) o, en otros términos, consideremos un sistema de tres rectas en un plano, formando por sus intersecciones un triángulo ABC. Se tiene, para los tres vértices, las ecuaciones

$$\begin{aligned} 2a + 2\alpha &= 4 \text{ rectos} \\ 2b + 2\beta &= 4 \quad " \\ 2c + 2\gamma &= 4 \quad " \end{aligned}$$

de donde

$$\alpha + \beta + \gamma = 6 \text{ rectos} - (a + b + c)$$

Esas relaciones subsisten de cualquier manera que estén situados los puntos A, B, C, o, lo que equivale a lo mismo, de cualquier manera que las tres rectas estén trazadas en el plano; dejemos, pues,

inmóviles las líneas DG, EH y hagamos pasar IF por el punto A (fig. 6) de manera que ella haga con EH el mismo ángulo que en su posición primi-

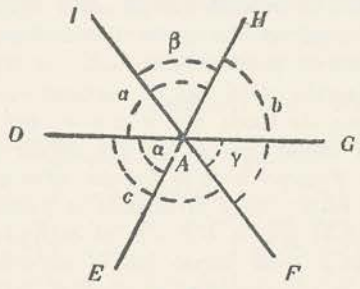


Fig. 6

tiva, o más generalmente, puesto que este ángulo es arbitrario, de modo que ella caiga siempre en el interior del ángulo a. Tendremos entonces

$$a + b + c = 4 \text{ rectos}$$

Luego $$\alpha + \beta + \gamma = 2 \text{ rectos.}$$

Se podría objetar a esto que se tiene efectivamente por hipótesis b (fig. 5) $= b$ (fig. 6) pero que la igualdad c (fig. 5) $= c$ (fig. 6) debe ser demostrada?

Me parece que por ser arbitrario el valor dado a los ángulos, esta demostración no es indispensable.

Tales son los principios de la demostración sobre la cual espero vuestro juicio. Agregaré únicamente para justificar mi razonamiento que es cierto que la segunda operación hace desaparecer el triángulo ABC; pero no hace desaparecer los ángulos del triángulo. De cualquier manera que estén situadas las líneas, se tiene siempre

$$IBH = \beta \qquad GCF = \gamma \qquad DAE = \alpha$$

lo mismo en el triángulo finito que en triángulo evanescente; la suma

$$IAH + GAF + DAE$$

es, pues, siempre igual a la suma de los ángulos de un triángulo rectilíneo.

Así, se demostrará la proposición para un triángulo cualquiera (cuyos ángulos son A, B, C), tirando las líneas DG EH de manera que se tenga $\alpha = A$ y haciendo además $IAH = B$ $GAF = C$.

Si entonces IAF no fuera una línea recta sino una línea quebrada IAF', el ángulo C se hallaría, es cierto, más pequeño de dc; pero el ángulo b sería mayor en la misma cantidad y, por consiguiente, la suma de esos ángulos no habría cambiado, y tendríamos, lo que nos es necesario para la demostración, la igualdad

$$b + c \text{ (fig. 5)} = b + c \text{ (fig. 6)}$$

Copenhague, 3 de mayo de 1831.

Respuesta de Gauss. [17], 37.

Examinado bien lo que usted me escribe respecto de las paralelas, ha empleado en sus silogismos, sin enunciarla explícitamente, una proposición que puede formularse así:

Si dos rectas que se cortan, (1) y (2), (fig. 7) hacen respectivamente, con una tercera recta (3) que las encuentra, los ángulos A', A'' y que una cuarta recta (4) situada en el mismo plano sea cortada del mismo modo por (1) bajo el ángulo A', entonces (4) será cortada por (2) bajo el ángulo A''.

Ahora, no solamente esta proposición necesita demostración, sino que se puede decir que en el fondo ella constituye el mismo teorema que se trata de demostrar.

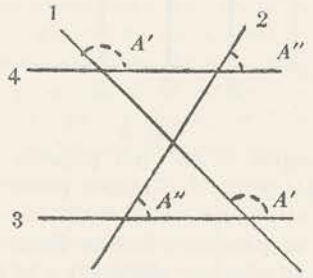


Fig. 7

Desde hace algunas semanas he comenzado a escribir algunos resultados de mis propias meditaciones sobre este asunto, las cuales datan en parte de hace cuarenta años y no había redactado nunca nada, lo que me ha forzado a recomenzar tres o cuatro veces todo el trabajo mentalmente. No quisiera, sinembargo, que todo esto pereciera junto conmigo.

Goettingue, 17 de mayo de 1931.

IX.—ENSAYO DE DEMOSTRACION DEL POSTULADO DE EUCLIDES

de J. Richard. [97], 50-52

Richard formuló una demostración del 5º postulado modificando una demostración dada por *Carton* (*Comptes Rendus de l'Acad. des Sc. de París*, 1867).

Se considera una serie de n *triángulos* (fig. 8)

$$ABC, CDE, EFG, \ldots HKL, LMN$$

todos iguales y cuyas bases están situadas sobre

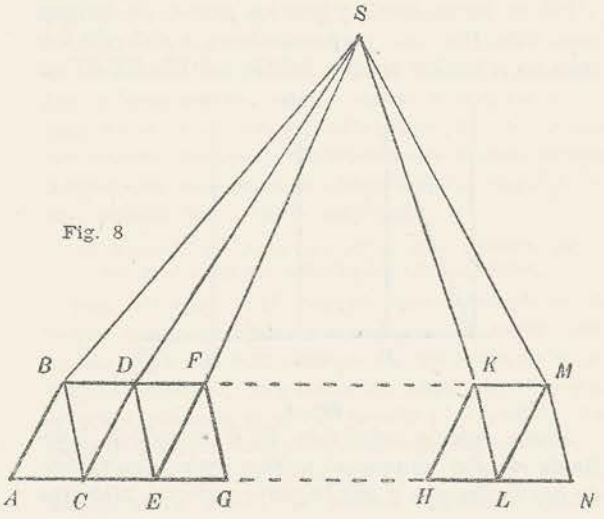


Fig. 8

una misma recta AN. Uniendo los vértices $B, D, F, \ldots K, M$ de dos en dos por medio de rectas se forma una nueva serie de $n-1$ triángulos iguales entre sí, pero no forzosamente iguales a los primeros (serían iguales a los primeros en Geometría euclidiana). Se toma un punto S por encima de esta red de triángulos y se une S con los vértices $B, D, F \ldots K, M$. Se forma así $n-1$ nuevos triángulos con el vértice común S.

Suponiendo que la suma de los ángulos de un triángulo sea inferior a 2 ángulos rectos, sea $2-a$ la suma de los ángulos de cada triángulo de la 1ª serie; $2-b$ la suma de los ángulos de cada triángulo de la 2ª serie; $2-\omega$, siendo ω variable, la de un triángulo cualquiera de la 3ª serie. La suma de todos los ángulos será

$$(2-a)n + (2-b)(n-1) + 2(n-1) - \Sigma\omega$$

O sea $$6n - 4 - n(a+b) + b - \Sigma\omega.$$

Esta suma puede calcularse de otro modo; sea P la suma de los ángulos del pentágono $SBANM$; en cada uno de los vértices $D, F, \ldots K$ en número de $n-2$ hay 4 ángulos rectos y en cada uno de los puntos $C, E, G, \ldots H, L$ en número de $n-1$ hay 2 ángulos rectos. La suma total será pues:

$$P + 4(n-2) + 2(n-1)$$

O sea $$P + 6n - 10.$$

Luego

$$6n - 4 - n(a+b) + b - \Sigma\omega = P + 6n - 10$$

De donde $$P = 6 - [na + (n-1)b + \Sigma\omega]$$

Resulta de aquí que, por pequeños que sean $a, b, \Sigma\omega$ se podrá siempre escoger n suficientemente grande para que P sea negativo, lo que es absurdo. Por consiguiente la suma de los ángulos de un triángulo no puede ser inferior a 2 ángulos rectos.

Pero esta conclusión depende de la hipótesis implícita siguiente: Se ha supuesto que, por lejos que se prolongue la construcción de los triángulos se podrá siempre hallar un punto S por encima de la primera recta BD y por encima de la última KM, lo cual no es evidente *a priori*. Es decir, se supone que la construcción es siempre posible por grande que se suponga n. Esto se verifica en la hipótesis euclidiana y se reemplaza así en esta demostración el postulado de Euclides por otro postulado.

Esta demostración tiene analogía con una falsa demostración en que se pretende probar que un ángulo recto es igual a un ángulo agudo. La demostración es irreprochable desde el punto de vista de los razonamientos, pero se funda en una hipótesis falsa: se supone que dos rectas se cortan de un cierto lado de la figura cuando en realidad se cortan del lado opuesto. (V. *Lietzmann* and *Trier*, Wo Steckt der Fehler? Leipzig, 1917, p. 22).

Algo análogo ocurriría en la Geometría de *Lobatchewsky* con la construcción de la demostración precedente.

Nota. — *Richard* al formular esta demostración sabía dónde se encuentra el error de la misma.

X.– DEMOSTRACION DEL TEOREMA SOBRE LA SUMA DE LOS TRES ANGULOS DE UN TRIANGULO

Por Adrien Marie Legendre

El ilustre matemático francés *Legendre* (1752–1833) se ocupó mucho de la teoría de las paralelas y ensayó vanamente demostrar el 5º postulado de Euclides.

Sin embargo, sus trabajos sobre este asunto son muy notables y no contienen los errores groseros de que adolecen otras pseudodemostraciones del célebre postulado.

Legendre demostró estos teoremas: 1º) En un triángulo rectilíneo la suma de sus ángulos no puede ser superior a dos ángulos rectos. 2º) Si en un triángulo rectilíneo la suma de sus ángulos es igual a dos rectos, será lo mismo en todos los triángulos. El primero de estos teoremas se halla en la 12ª edición de sus célebres *Eléments de Géométrie*, París, 1823 (prop. XIX del Libro I, pág. 20). [11], [17], 7. El segundo fue publicado solamente en 1833.

La demostración del 5º postulado de Euclides a la que vamos a referirnos, es una demostración indirecta. Legendre prueba que la suma de los tres ángulos de un triángulo rectilíneo es igual a dos ángulos rectos, *sin valerse de la teoría de las paralelas*. Ahora, el postulado de Euclides es una consecuencia como se sabe del teorema sobre la suma de los tres ángulos de un triángulo. Sin embargo, aun cuando la demostración de Legendre no contiene petición de principio, no es una prueba del postulado pues reemplaza éste por el postulado de la *homogeneidad* de las fórmulas de la Geometría, homogeneidad que *sólo se verifica en la Geometría euclidiana*. He aquí la demostración de Legendre. [11], 181:

"Se demuestra inmediatamente por la superposición y sin ninguna proposición preliminar que *dos triángulos son iguales, cuando tienen un lado igual adyacente a dos ángulos iguales*. Llamemos p el lado de que se trata, A y B los dos ángulos adyacentes, C el tercer ángulo. Es necesario, pues, que el ángulo C sea enteramente determinado cuando se conocen los ángulos A y B y el lado p; pues si varios ángulos C pudiesen corresponder a los tres datos A, B, p habría otros tantos triángulos diferentes que tendrían un lado igual adyacente a dos ángulos iguales, lo que es imposible: luego el ángulo C debe ser una función determinada de las tres cantidades A, B, p lo que expreso así:

$$C = \varphi(A, B, p)$$

Sea el ángulo recto igual a la unidad; entonces los ángulos A, B, C serán números comprendidos entre 0 y 2 y puesto que $C = \varphi(A, B, p)$ digo que la línea p no debe entrar en la función φ. En efecto, se ha visto que C debe ser enteramente determinado por los solos datos A, B, p, sin ningún otro ángulo o línea; pero la línea p es heterogénea con los números A, B, C; y si se tuviera una ecuación cualquiera entre A, B, C, p, se podría deducir el valor de p en función de A, B, C; de donde resultaría que p es igual a un número, lo que es absur-

do: luego p no puede entrar en la función φ y se tiene simplemente $C = \varphi(A, B)$.

Esta fórmula prueba ya que, si dos ángulos de un triángulo son iguales a dos ángulos de otro triángulo, los terceros deben ser iguales y sentado esto es fácil llegar al teorema que deseamos demostrar (*).

Sea en primer lugar ABC (fig. 9) un triángulo rectángulo en A; del punto A bájese AD perpendicular sobre la hipotenusa. Los ángulos B y D del triángulo ABD son iguales a los ángulos B y A del triángulo BAC; luego, según lo que se acaba de demostrar, el tercero BAD es igual al tercero C. Por la misma razón el ángulo $DAC = B$, luego $BAD + DAC$ (o BAC) $= B + C$. Ahora, el ángulo BAC es recto; luego: *la suma de los dos ángulos agudos de un triángulo rectángulo vale un ángulo recto.*

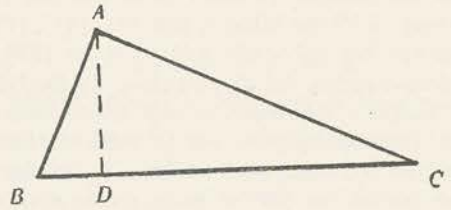


Fig. 9

Sea ahora BAC (fig. 10) un triángulo cualquiera y BC un lado que no sea menor que cada uno de los otros dos. Si del ángulo opuesto A se baja la perpendicular AD sobre BC, esta perpendicular caerá en el interior del triángulo ABC y lo dividirá en dos triángulos rectángulos BAD, DAC. Ahora, en el triángulo rectángulo BAD los dos ángulos BAD, ABD sumados valen un ángulo recto; en el triángulo rectángulo DAC los dos ángulos DAC, ACD sumados valen también un ángulo recto. Luego los cuatro reunidos o, solamente los tres BAC, ABC, ACB sumados valen dos ángulos rectos. Luego *en todo triángulo rectilíneo la suma de los tres ángulos es igual a dos ángulos rectos.*

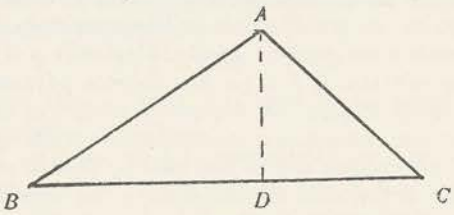


Fig. 10

Se ve por esto que este teorema, considerado *a priori,* no depende de un encadenamiento de proposiciones y que él se deduce inmediatamente del principio de la homogeneidad, principio que debe verificarse en toda relación entre cantidades cualesquiera". [3], 273-282.

* * *

La otra demostración del teorema sobre la suma de los ángulos de un triángulo dado por Legendre, es decir el teorema XIX de sus célebres *Eléments de Géométrie,* prueba [17], 7, que la suma de los ángulos de un triángulo no puede ser superior a dos ángulos rectos. No se olvide que Legendre supone implícitamente en esta demostración que la recta es infinita y por consiguiente la demostración no es válida en la Geometría de Riemann. [111], 73.

XI.—ENSAYO DE DEMOSTRACION DEL POSTULADO DE EUCLIDES

Por Adrien Marie Legendre. [11]

Sea BAC un ángulo dado (fig. 11) y M un punto situado en el interior de este ángulo. Sea AD la bisectriz del ángulo BAC; sea MP la perpendicular a AD bajada del punto M. La recta MP prolongada en los dos sentidos deberá encontrar los lados del ángulo. Pues, a causa de la simetría, si encuentra uno de los lados deberá encontrar el otro; si no encuentra uno de los lados, tampoco encontrará el otro. En este último caso la recta estaría toda entera encerrada en el espacio comprendido entre los lados del ángulo BAC. Pero esto repugna a la naturaleza de la línea recta. En efecto, toda recta AB (fig. 12) trazada sobre un plano y prolongada indefinidamente divide el plano en dos partes que superpuestas coinciden en toda su extensión y son perfectamente iguales. La parte AMB del plano total, situada de un lado de AB es igual en todo a la parte $AM'B$ situada del otro lado; pues si se toma un punto fijo C sobre AB, un punto cualquiera M estará determinado por la distancia CM y el ángulo ACM. El punto M' simétrico de M, es decir tal que $CM' = CM$, $ACM' = ACM$, se confundirá con M cuando se superpongan las dos par-

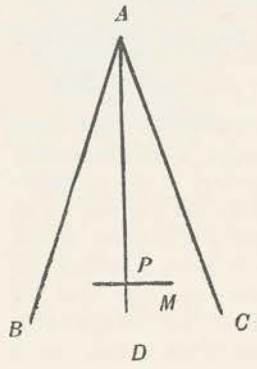


Fig. 11

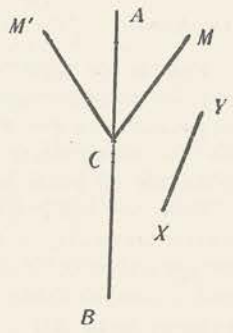


Fig. 12

(*) Se ha objetado contra esta demostración que, si se la aplicara punto por punto a los triángulos esféricos resultaría que conocidos dos ángulos se podría determinar el tercero, lo que no sucede en esta clase de triángulos. La respuesta es, que en los triángulos esféricos hay un elemento más que en los triángulos planos y este elemento es el radio de la esfera del cual no se debe hacer abstracción. Sea, pues, r el radio, entonces en vez de ser $C = \varphi(A, B, p)$, se tendrá $C = \varphi(A, B, p, r)$ o únicamente $C = \varphi(A\,B\,\frac{p}{r})$, en virtud de la ley de los homogéneos. Ahora, puesto que la relación $\frac{p}{r}$ es un número, como A, B, C nada impide que $\frac{p}{r}$ no se halle en la función φ y entonces no puede concluírse que $C = \varphi(A, B)$.

tes en que el plano queda dividido por la recta AB.

Supongamos ahora, si es posible, que una recta ilimitada XY esté encerrada enteramente en un espacio angular cualquiera, por ejemplo, en el ángulo BCM; ella dividirá en dos partes iguales o desiguales, la parte del plano comprendido en el ángulo BCM. Esta parte tiene su correspondiente BCM' situada del otro lado de BC; pero como además de esas dos partes iguales del plano, existen otras dos encerradas en los ángulos iguales ACM, ACM', se ve que el espacio angular BCM no es la mitad de todo el plano. Luego la recta XY que se supone divide en dos porciones el espacio BCM, no podrá dividir la totalidad del plano sino en dos partes desiguales, lo que es contrario a la naturaleza de la línea recta.

Sentado esto se puede demostrar el postulado de *Euclides*. Este *postulado* se reduce fácilmente, como se sabe, al caso en que una de las rectas AC (figura 13), siendo perpendicular a AB la otra BD hace con AB un ángulo ABD menor que un recto. Se trata, pues, de probar que en ese caso BD prolongada debe encontrar AC. En efecto, si no fuese así, prolongando AC hacia el lado opuesto AC' y haciendo el ángulo $ABD' = ABD$, la recta CC' estaría comprendida toda entera en el ángulo DBD' menor que dos rectos, lo que es imposible [11], 279-280.

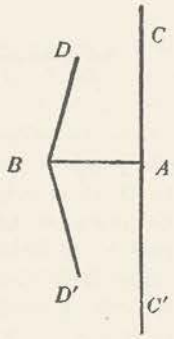


Fig. 13

En esta demostración se reemplaza el 5º postulado por otro equivalente y adolece además del defecto de comparar entre sí espacios infinitos.

XII.—FALSA DEMOSTRACION DEL TEOREMA SOBRE LA SUMA DE LOS TRES ANGULOS DE UN TRIANGULO

Sea ABC (fig. 14) un triángulo cuyos ángulos son α, β, γ. Se prolonga el lado AB según BB', el lado BC según CC' y el lado CA en la dirección AA'. Sea α', β', γ' los ángulos exteriores adyacentes a α, β, γ respectivamente.

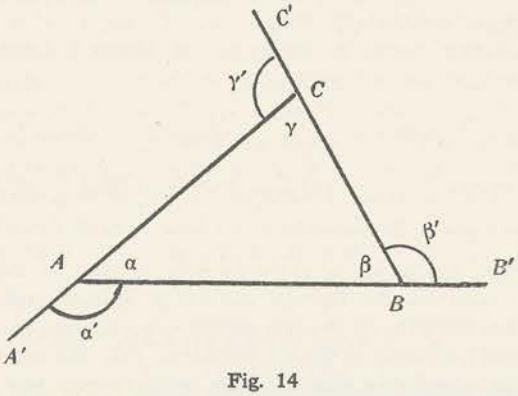


Fig. 14

Se hace girar ahora BB' alrededor del punto B del ángulo β' hasta que BB' coincida con BC; se hace deslizar BB' sobre BC hasta que el punto B coincida con C y BB' con CC'; se hace girar CC' del ángulo γ' alrededor del punto C hasta que CC' se confunda con CA y se hace deslizar CC' sobre CA hasta que ocupe la posición AA'. Se hace girar AA' alrededor de A del ángulo α' de modo de hacerle coincidir con AB y se hace deslizar hasta que llegue a la posición BB'. Puesto que la recta BB' partió de su posición primitiva para volver a ella, se tendrá que la suma de los ángulos de giración es igual a 4 ángulos rectos:

$$\alpha' + \beta' + \gamma' = 4$$

Pero: $\alpha + \alpha' = 2 \quad \beta + \beta' = 2 \quad \gamma + \gamma' = 2$

Luego: $$\alpha + \beta + \gamma = 2$$

El resultado es cierto en Geometría euclidiana porque trazando por B (fig. 15) la recta BA' paralela a CA, el ángulo $A'BB'$ es igual a α' y el ángulo CBA' es igual a γ' y la ecuación $\alpha' + \beta' + \gamma' = 4$ es entonces cierta.

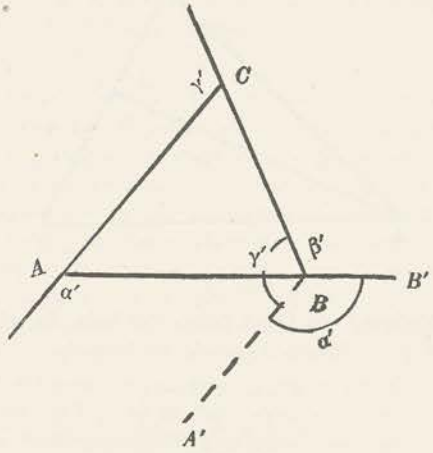


Fig. 15

Pero se ve por esto mismo que la demostración no es independiente del 5º postulado y que, para que ella sea válida en Geometría euclidiana sería preciso admitir otro postulado, a saber: que la ecuación $\alpha' + \beta' + \gamma' = 4$ sea *verificada*.

En efecto, se podría aplicar punto por punto el mismo razonamiento a un triángulo esférico (fig. 16), puesto que es posible hacer girar el

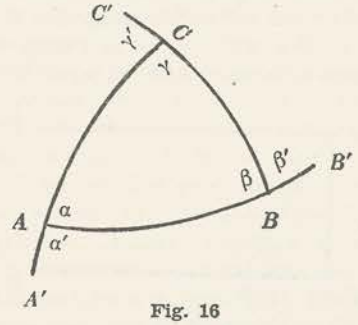


Fig. 16

arco de círculo máximo BB' hasta que coincida con BC y deslizarlo sobre BC (*) hasta que coin-

(*) Puesto que todos los círculos máximos de la esfera son iguales y que por todo punto de la superficie de la esfera pasan infinitos círculos máximos.

cida con CC', etc. de donde se concluirá que la suma de los tres ángulos de un triángulo esférico es igual a dos rectos, lo que es absurdo. (V. *Lietzmann und Trier,* Wo Steckt der Fehler? Leipzig, 1917, p. 27).

Esta demostración es uno de los ejemplos más claros de las demostraciones en que se reemplaza el postulado 5º por otro postulado más difícil de admitir.

Es, en el fondo, el mismo ensayo de demostración de Schumacher ya expuesto.

XIII.—ENSAYO DE DEMOSTRACION DEL POSTULADO DE EUCLIDES

Si se acepta el siguiente postulado: *la suma de los tres ángulos de un triángulo rectilíneo es una cantidad constante k,* se deducirá el postulado de Euclides. En efecto, sea ABC (fig. 17) un triángulo cualquiera; sea O un punto del lado BC situado entre B y C; únase A con O. Se tendrá.

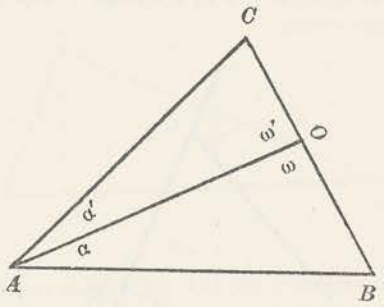


Fig. 17

$$\alpha + \omega + B = k$$
$$\alpha' + \omega' + C = k$$
$$k = A + B + C$$

Sumando miembro a miembro, estas ecuaciones, se tendrá: $\omega + \omega' = k$

y como $\omega + \omega' = 2$ ángulos rectos, resulta:

$k = 2$ ángulos rectos.

Luego: *la suma de los tres ángulos de un triángulo rectilíneo es igual a dos ángulos rectos.*

Sea ahora PR (fig. 18) una recta y M un punto fuera de ella; sea MP la perpendicular a PR bajada desde M. Sea MN una recta cualquiera. Si el ángulo PMN es inferior a 90°, la recta MN cortará

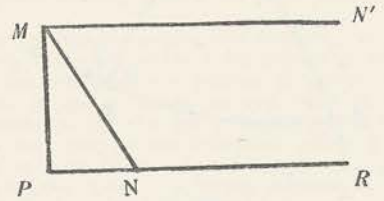


Fig. 18

la PR; pero si el ángulo $PMN' = 90°$, la recta MN' no cortará la PR, pues de lo contrario se tendría un triángulo rectilíneo en el cual la suma de los tres ángulos sería superior a dos ángulos rectos.

XIV-XV.—ENSAYOS DE DEMOSTRACION DEL POSTULADO DE EUCLIDES

del doctor Julio Garavito Armero (1865-1920)

En 1918 publicó el doctor *Garavito,* antiguo Director del Observatorio de Bogotá, un estudio intitulado "Nota sobre las Geometrías planas no euclídeas" en el cual inserta dos ensayos de demostración del célebre postulado. [126].

En el primer ensayo, *Garavito* considera una recta ilimitada $L'L$ (fig. 19) y un punto P fuera de

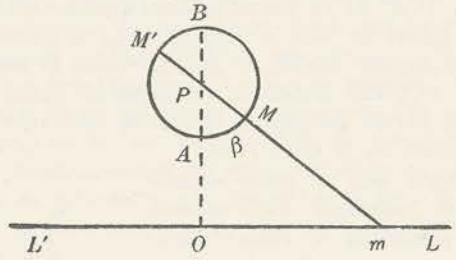


Fig. 19

ella y baja la perpendicular PO sobre $L'L$. El punto O es el origen para determinar la posición de un punto m que se mueve sobre $L'L$, y designa por z la distancia Om con las convenciones de signo de la Geometría analítica. Trazando la recta Pm y designado por β el ángulo OPM, resulta que z y $tang\,\beta$ son cantidades reales, varían de $-\infty$ a $+\infty$ y a un valor de z corresponde uno solo de $tang\,\beta$ y recíprocamente; de modo que z es función uniforme de $tang\,\beta$. *Garavito* concluye que estas dos cantidades están ligadas por una ecuación de la forma

$$Az\,tang\,\beta + Bz + C\,tang\,\beta + D = o.$$

Puesto que si $z = o$ es $\beta = o$ y por tanto $tang\,\beta = o$, resulta $D = o$. Dando a β dos valores iguales y de signos contrarios, los valores correspondientes de z serán iguales y de signos contrarios y se deduce $A = o$. La ecuación se reduce a

$Bz + C\,tang\,\beta = o$ De donde $z = g\,tang\,\beta$

designando por g el cociente $-\frac{B}{C}$, que, como se sabe es la distancia OP.

De aquí continúa *Garavito:* "Si damos a β cualquiera de las dos series de valores

$$\beta_1 = \frac{\pi}{2} + 2n\pi \qquad \text{o} \qquad \beta_2 = \frac{\pi}{2} + (2n+1)\pi$$

se tendrá: $tang\,\beta_1 = tang\,\beta_2 = tang\,\frac{\pi}{2} = \infty$

y por tanto, la ecuación $z = g\,tang\,\beta$, dará $z = \infty$".

"Las dos series de arcos no definen sino un mismo diámetro del círculo $AMBM'A$ (círculo cualquiera descrito de P como centro con un radio cualquiera), el cual es perpendicular a PO. En consecuencia no habrá sino una sola recta trazada por P que no corta a $L'OL$. Esta recta es la perpendicular a PO. Cualquiera otro valor de β dará valor finito para $tang\,\beta$ y por tanto para z (Postulado de Euclides)". [126], 9.

Garavito considera inatacable su razonamiento y, como da por sentado que *Lobatchewsky* llegó forzosamente a las mismas conclusiones que él, exclama: "Grande ha debido ser la sorpresa de Lobattcheffsky al hallarse, cuando menos lo esperaba, frente a frente con el postulado de Euclides".

¿Dónde se halla la equivocación de *Garavito?* Es fácil responder:

El error de *Garavito* al haber creído demostrar el Postulado de *Euclides,* consiste en no haberse dado cuenta de que reemplazó el célebre postulado por otra proposición *no demostrada.* En efecto, *Garavito supone, implícitamente,* que la relación que liga la distancia z y la tangente del ángulo β es *algebráica,* lo cual no es de ningún modo evidente *a priori.* Ahora, como dice el gran geómetra francés *Darboux* [125], 6:

Si la relación entre dos cantidades reales x, y es tal que a un valor de la una corresponde un solo valor de la otra y si por la naturaleza de la cuestión se sabe que esta relación es algebraica, se podrá concluír que ella es de la forma

$$Axy + Bx + Cy + D = o$$

siendo A, B, C, D constantes. Pero, si no se sabe *a priori* que la relación es algebraica, se podrá imaginar una multitud de otras formas de la relación, por ejemplo $y = \varphi(x)$ en que φ designa una función que crece de $-\infty$ a $+\infty$ cuando x crece de la misma manera. Por ejemplo, se podrá poner

$$y = e^x - e^{-x}.$$

Garavito no justifica su postulado de que la relación que liga un lado del ángulo recto de un triángulo rectángulo y la tangente del ángulo opuesto es algebraica, porque es imposible encontrar *a priori* fundamento a dicha hipótesis. Ahora, como precisamente en el sistema euclidiano esta relación es algebraica, resulta que haciendo tal hipótesis se cae forzosamente en el postulado de *Euclides.* La demostración de *Garavito* no prueba, pues, nada.

Veamos, en efecto, cómo en las otras geometrías la relación en cuestión *no es algebraica.*

Si se rechaza el postulado de *Euclides* y se admiten como verdaderos los otros postulados de la Geometría, *Lobatchewsky* ha demostrado [17], 33, [fórmula (8)]; [18], 23 [fórmula (9)], que en un triángulo rectilíneo cualquiera cuyos lados son a, b, c y sus ángulos opuestos A, B, C, se tiene, designando por $\pi(x)$ el ángulo de paralelismo de x, es decir $tang\ \frac{1}{2}\pi(x) = e^{-\frac{x}{k}}$ y que:

$$cotang\ B\ sen\ A\ sen\ \pi(c) + cos\ A = \frac{cos\ \pi(c)}{cos\ \pi(b)}.$$

Suponiendo ahora $A = \frac{\pi}{2}$ se tendrá para el triángulo rectángulo: $tang\ B = tang\ \pi(c)\ cos\ \pi(b)$.

Esta fórmula general comprende como casos particulares los que corresponden a la Geometría riemanniana y a la Geometría euclidiana. En efecto, cambiando k por iR se tiene para el triángulo rectángulo esférico:

$$tang\ \frac{b}{R} = tang\ B\ sen\ \frac{c}{R}.$$

Suponiendo a, b, c infinitamente pequeños con relación a R o a R infinitamente grande resulta:

$$b = cotang\ B$$

fórmula del triángulo rectángulo en Geometría euclidiana.

El caso de ser algebraica la relación entre un lado de un triángulo rectángulo y la tangente del ángulo opuesto es, pues, un caso particular del caso general en el cual dicha relación *no es algebraica* y ese caso particular corresponde precisamente a la Geometría euclidiana, como ya lo habíamos dicho.

Esta demostración de *Garavito* es también un claro ejemplo de los ensayos de demostración en que se reemplaza el postulado de *Euclides* por otro postulado más difícil de admitir.

* * *

El segundo ensayo de demostración del postulado de *Euclides,* expuesto por *Garavito,* se funda en la interpretación geométrica de las soluciones de los sistemas de ecuaciones lineales con dos y tres incógnitas que enseña la Geometría analítica [105], 5, 6; [112], 39. Esta interpretación consiste, como se sabe, en *convenir a priori* en llamar *punto* a un conjunto de dos o de tres variables (o de n variables en el hiperespacio), *recta* a una ecuación de primer grado entre dos variables o a un sistema de dos ecuaciones de primer grado entre tres variables, etc. [134], 20-23. Las soluciones de las ecuaciones lineales se pueden enunciar entonces en este *lenguaje geométrico convencional* y así resulta que el postulado de *Euclides* corresponde al caso de *imposibilidad* o *incompatibilidad* del sistema de dos ecuaciones de primer grado con dos variables. Es decir, el caso en que las soluciones son infinitas, corresponde al caso de la *paralela única* (Postulado de *Euclides*). Y concluye *Garavito:*

"En todo lo que acabamos de decir nos hemos referido al Algebra pura: las variables no son coordenadas sino simples cantidades numéricas y por tanto no es el caso de señalar *petición de principio* ni *círculo vicioso*".

El error de *Garavito* consiste en haber olvidado que los teoremas conocidos de Geometría, enunciados cuando se consideran los puntos, líneas y superficies como *variedades* definidas analíticamente no son en realidad verdades *geométricas,* sino verdades enunciadas en un *lenguaje geométrico,* las cuales no se aplican a *figuras concretas* de Geometría *mientras no se acuerden previamente con los postulados fundamentales o de base.* [83], 189; [112], 43.

Pretender, pues, que la condición de incompatibilidad de ecuaciones de primer grado sea una demostración del célebre Postulado, es caer en *círculo vicioso* o *petición de principio.* En efecto, para probar que una ecuación de primer grado con dos variables representa una línea recta y que, recíprocamente,

toda línea recta está representada por una ecuación de primer grado, es preciso basarse en el postulado mismo que se pretende demostrar. Es decir, para acordar en este caso el lenguaje analítico con el geométrico es preciso admitir previamente el postulado de *Euclides*.

Algo análogo sucede con la teoría de las integrales de variable compleja de *Cauchy*, como lo ha hecho notar *Laurent* [40], 381. En esta teoría se hace uso del lenguaje geométrico por comodidad de la exposición, lenguaje que es perfectamente correcto aun cuando no tuviéramos ninguna noción del espacio ordinario. Resulta, pues, que si, en apariencia, podría parecer que la teoría de las integrales definidas de *Cauchy* y las consecuencias que se deducen sobre las propiedades de las funciones, están fundadas en la Geometría, son en realidad absolutamente independientes del Postulado de *Euclides*, a pesar de que se haya hecho uso de coordenadas. Se puede, en efecto, razonar sin figuras, definiendo aun en Geometría de dos dimensiones, las líneas y las superficies como se hace en el hiperespacio en general.

Sería, pues, grave error creer que el Postulado de *Euclides* podría demostrarse fundándose en el hecho de que las integrales halladas por medio del cálculo de los residuos pueden determinarse, con los mismos valores, empleando métodos que no requieren ayuda alguna de la Geometría.

* * *

En el estudio del doctor *J. Alvarez Lleras* publicado en la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales [159], 474, en el cual analiza la Nota de *Garavito* que estamos comentando, se lee lo siguiente:

"El fin primordial del estudio de *Garavito* es demostrar que las fórmulas de la Trigonometría correspondiente a la Geometría de *Lobatchewsky* son las de la Trigonometría esférica imaginaria y que *Lobatchewsky* incurrió en un error de criterio o aparentó incurrir en él, al haber raciocinado geométricamente cuando el valor de sus deducciones era puramente analítico. Para llegar a tal resultado el doctor *Garavito* consideró las variaciones periódicas de cierta distancia *z* comprendida entre un punto fuera de una recta y otro que se desaloja sobre ésta hasta el infinito. Del estudio de esas variaciones llegó a la conclusión de que *Lobatchewsky* dio de manos a boca con el Postulado de *Euclides* "porque no había razonado con rectas situadas en un plano, sino sobre otra clase de líneas y superficies". "¿Cuáles eran esas superficies y esas líneas?" continúa diciendo el doctor *Garavito:* En sus raciocinios Lobattcheffsky había encontrado que la suma de los tres ángulos de un triángulo era menor que dos rectos, precisamente lo contrario de lo que acontece con los triángulos esféricos en donde el exceso esférico es la relación del área del triángulo al cuadrado del radio de la esfera. Si pues el radio de la esfera se hiciese imaginario, su cuadrado se haría negativo y el exceso esférico se convertirá en defecto, tal y conforme corresponde al caso estudiado. Lobattcheffsky había pues razonado sobre una esfera imaginaria considerada como plano y con círculos máximos de tal esfera considerados como rectas".

"Creemos — concluye *Alvarez Lleras* — que lo transcrito bastará para indicar dónde está el mérito del matemático colombiano cuando trató, antes que nadie de estas cuestiones".

Y añade en nota:

"En un libro reciente de *Picard* se habla ya de estas cosas tocándolas incidentalmente; empero la propiedad del descubrimiento pertenece exclusivamente al doctor *Garavito*".

Estas conclusiones del doctor *Alvarez Lleras* son inadmisibles, pues, casi un siglo antes de que escribiera *Garavito*, había hecho *Taurinus* la misma consideración de la esfera de radio imaginario en 1825 [127], 67; [133], 277; lo mismo que *Lambert* para el área del triángulo en la hipótesis del ángulo agudo [133], 267. También *Lobatchewsky*, en su célebre Memoria de 1840 [17], 34, deduce las fórmulas de la Trigonometría esférica de las que expresan en su sistema de geometría las relaciones entre los lados *a, b, c* y los ángulos *A, B, C* de un triángulo rectilíneo, sustituyendo en estas últimas *a, b, c* por *ai, bi, ci*. Lo mismo hizo *Bolyai* en 1832 [22], 242; [39], 137.

Por otra parte, la generalización de esta idea o sea la célebre interpretación de *Beltrami* (1835–1900), fue publicada en 1868, es decir medio siglo antes de que viera la luz el estudio de *Garavito* que hemos analizado.

El estudio del ilustre geómetra italiano tiene por título *Saggio di Interpretatione della Geometria non-euclidea* y apareció en el t. VI del *Giornale di Matematiche*. Mostró *Beltrami* que todas las proposiciones de la Geometría plana de *Lobatchewsky* son válidas en el espacio euclidiano sobre las superficies de curvatura constante negativa [83], 33; [106], 13. *Russell* hace notar que es extraordinario que esta interpretación que *Riemann* conocía y quizás también *Gauss*, haya estado durante tantos años sin demostración explícita. Agrega que esto es tanto más raro cuanto que la *Geometría imaginaria* de *Lobatchewsky* apareció en el tomo XVII del *Journal de Crelle* (1837) y *Minding* había mostrado en el tomo XIX del mismo periódico que la Geometría de las superficies de curvatura constante negativa en particular en lo que respecta a los triángulos geodésicos, puede deducirse de la de la esfera dando al radio un valor puramente imaginario *ia*.

Este resultado, como ya hemos visto, había sido obtenido por *Lobatchewsky* y sin embargo — agrega *Russelll* — se necesitaron 30 años (hasta 1868) para que el conocimiento de esta relación fuese general [V. [111], 74].

Sobre el mismo asunto dice el eminente matemático francés *Darboux* en su monumental obra *Théorie des Surfaces* [58], 394, lo siguiente:

"Esta teoría más general a la cual *Lobatchewsky* había dado el nombre de *Pangeometría* y que se designa hoy con el nombre de *Geometría no euclidiana,* concuerda enteramente, en el caso del plano, con la que acabamos de desarrollar para las superficies de curvatura constante negativa. Esta observación desarrollada de una manera completa por *Beltrami,* se justifica de la manera siguiente: Se reconoce que todas las propiedades del Tratado de *Euclides* que reposan sobre la noción del cambio de lugar de una figura invariable se aplican a las diversas superficies de curvatura constante, con tal de que se reemplacen las rectas del plano por las geodésicas de la superficie. El hecho, admitido en los elementos, de que no se puede llevar más de una recta por dos puntos excluye las superficies de curvatura positiva. Se sigue de allí que toda geometría en la cual no se añada el postulado de *Euclides* a los hechos anteriormente admitidos deberá convenir a las superficies de curvatura constante negativa lo mismo que al plano. Tal es, en rasgos generales, la explicación que debemos a *Beltrami* de la analogía completa que existe entre la Geometría euclidiana del plano y la de las superficies de curvatura constante negativa".

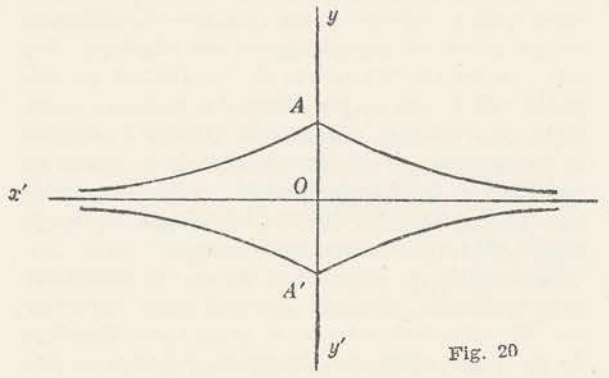


Fig. 20

Una superfice de curvatura constante negativa es, por ejemplo, la *pseudoesfera,* superficie engendrada por la revolución de la *tractriz* o *traztriz* alrededor de su asíntota. La tractriz tiene la forma indicada en la figura 20 y tiene por ecuación

$$x = a \log \frac{a + \sqrt{a^2 - y^2}}{y} - \sqrt{a^2 - y^2}.$$

Esta curva es tal que los segmentos de tangente comprendidos entre el punto de contacto y el eje Ox tiene una longitud constante a. El punto A es de retroceso (*).

Como se ve por lo expuesto, es de toda imposibilidad atribuír a *Garavito* el descubrimiento de la interpretación de la Geometría hiperbólica por medio de las superficies de curvatura constante negativa, como lo hace *Alvarez Lleras.* Por otra parte, aunque *Garavito* no cita ninguna obra, dice textualmente:

(*) Ya hemos dicho que esta superficie no ofrece, en la Geometría euclidiana, la imagen completa del plano de **Lobatchewsky.** La métrica de esta superficie es la misma de la Geometría plana de **Lobatchewsky,** solamente en una cierta región comprendida entre dos aristas de retroceso.

"De esta fórmula pueden deducirse las tres fórmulas fundamentales de la Trigonometría esférica imaginaria como lo ha hecho Lobattcheffsky". De modo que, por confesión de *Garavito* mismo, él no hizo sino repetir lo que había ya hecho *Lobatchewsky,* es decir, sustituír el radio real R por otro imaginario, o sea reemplazar R por $R\sqrt{-1}$.

* * *

Dice Garavito: *"Gauss, Lobatchewsky* y *Riemann* y en general los que han estudiado a fondo y detenidamente el asunto, han tenido forzosamente que llegar a las mismas conclusiones a que hemos llegado nosotros respecto del postulado de *Euclides.* Habiendo tropezado aquellos sabios con un interesante acertijo, se guardaron de aclararlo para dejar un motivo de entretenimiento a los curiosos, presentando el enigma bajo la forma de verosimilitud de otras geometrías planas no euclídeas".

Esta opinión no tiene nigún fundamento desde el punto de vista científico, pues vimos ya que las conclusiones de *Garavito* respecto del postulado de *Euclides* son falsas y mal podrían haberlas imaginado o aceptado sabios de la talla de los nombrados. Aun cuando hoy día no se discute ya el asunto de que se trata, basta para refutar a *Garavito* citar los escritos de *Lobatchewsky* y de *Riemann* y en lo que respecta a *Gauss,* leer su correspondencia con *Schumacher* y *Wolfgang Bolyai.*

En carta a *Schumacher* fechada en Gotinga el 28 de noviembre de 1846 dice *Gauss:*

"He tenido últimamente ocasión de releer el folleto de *Lobatchewsky* intitulado: *Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien.* Este opúsculo contiene los elementos de la Geometría que debería existir y cuyo desarrollo formaría un encadenamiento riguroso, si la Geometría *euclidiana* no fuera verdadera. Un tal Schweikardt (antes vivía en Marbourg, ahora es profesor de jurisprudencia en Koenisberg) ha dado a esta geometría el nombre de *Geometría astral.* Lobatchewsky el de *Geometría imaginaria.* Usted sabe que desde hace cincuenta y cuatro años (desde 1792) tengo las mismas convicciones, sin hablar aquí de ciertos desarrollos que han adquirido después mis ideas sobre esta materia. No he hallado, pues, en la obra de *Lobatchewsky* ningún hecho nuevo para mí; pero la exposición es enteramente diferente de la que había yo proyectado, y el autor ha tratado la materia magistralmente y con verdadero espíritu geométrico. Creo deber llamar su atención sobre este libro, cuya lectura no dejará de causarle el más vivo placer" [17], 41.

Leamos ahora la carta de *Gauss* a su amigo *Wolfgang Bolyai,* fechada el 6 de marzo de 1832, en la cual se refiere al célebre

> *Appendix, scientiam spatii absolute veram exhibens, a veritate aut falsitate axiomatis XI Euclidei (a priori haud aunquam decidenda) independentem; adjecta, ad casum falsitatis, quadratura circuli geometrica.*

de *Juan Bolyai,* hijo de *Wolfgang:*

... "Hablemos ahora un poco del trabajo de tu hijo. Si comienzo diciendo que *yo no puedo alabar ese trabajo,* quedarás por un instante asombrado; pero no puedo decir otra cosa; alabarlo sería alabarme; en efecto, el fondo completo de la Obra, el camino seguido por tu hijo, los resultados que él obtiene, coinciden casi enteramente con mis propias meditaciones que han ocupado en parte mi espíritu desde hace treinta o treinta y cinco años. Esto me ha dejado completamente estupefacto. Por lo que respecta a mi trabajo personal, sobre el cual conservo poca cosa por escrito, mi intención era de no dejar publicar nada mientras viva. En efecto, la mayor parte de los hombres no tiene un juicio seguro sobre los asuntos de que se trata y he encontrado solamente muy pocos que mostrasen interés particular acerca de lo que les he comunicado a ese respecto. Para poder tener este interés es necesario haber antes sentido hondamente las imperfecciones esenciales y en estas materias casi todos los hombres están en una oscuridad completa. Tenía por el contrario, la idea de redactar, andando el tiempo, todo esto a fin de que por lo menos no pereciera conmigo".

"Ha sido pues para mí una agradable sorpresa ver que puedo ahora dispensarme de ese trabajo y me llena de extremo júbilo que sea precisamente el hijo de mi viejo amigo quien me haya tomado la delantera de un modo tan notable". [65], 17; [160], 12.

Como *Garavito* dice: "los geómetras kantianos que, antes de *Lobatchewsky* conferían a los axiomas la categoría de verdades necesarias, admitieron después la existencia lógica de espacios no euclideos!", parece interesante hacer ver que las ideas de *Gauss* respecto del espacio eran totalmente opuestas a las de *Kant*. En la misma carta de *Gauss* a *W. Bolyai* de 6 de marzo de 1832 [65], 20, dice:

"En la imposibilidad en que estamos de distinguir *a priori* entre Σ y S (sistema euclidiano y no-euclidiano), se halla precisamente demostrado del modo más claro que *Kant* no tuvo razón al afirmar que el espacio es *únicamente la forma* de nuestra intuición. He indicado una razón igualmente convincente en una Nota publicada en *Göttingische Gelehrte Anzeigen* en 1830, Part. 64, p .625".

Gauss se refiere aquí al análisis de su Memoria: *Theoria residuorum biquadraticorum* inserto en la publicación mencionada. Dice en la pág. 637 (Gauss, *Werke,* t. II, p. 177; 1876):

"Esta distinción entre la derecha y la izquierda sería... *en sí* completamente determinada, si no obstante pudiésemos comunicar nuestra intuición de esta distinción a otros *únicamente* por una prueba que reposara sobre los seres materiales en presencia efectiva de los cuales nos halláramos". Y en nota al pie de la página agrega:

"Las dos observaciones han sido ya hechas por Kant, pero no se concibe cómo ese filósofo perspicaz podía creer que la primera demostraba su opinión que el espacio es solamente una forma de nuestra intuición exterior, puesto que la segunda observación demuestra tan claramente lo contrario y que el espacio debe tener una significación real independientemente de nuestro modo de intuición". [65], 21.

* * *

CONCLUSION

Como hemos visto, todos los intentos de demostración del célebre postulado 5º de *Euclides* que, por otra parte, es muy interesante e instructivo analizar, se fundan en reemplazar el postulado que se quiere demostrar por otro postulado. Algunos autores lo han hecho conscientemente como, por ejemplo, *Wallis* al reemplazar el postulado de *Euclides* por el postulado de la *similitud* o posibilidad de la construcción de figuras semejantes y *Legendre* al sustituírlo por el postulado o principio de la *homogencidad.* Otros autores como, por ejemplo, *Garavito,* han creído haber demostrado el célebre postulado, porque no se han dado cuenta de la sustitución de postulados que han operado implícitamente.

El error fundamental de los que atacan los sistemas no-euclidianos es el de creer que el postulado de Euclides está contenido en la noción de línea recta, o que es una consecuencia de los otros axiomas. Otro error fundamental es el de pensar que los espacios euclidiano y no-euclidiano pueden coexistir. Si el espacio en que vivimos es euclidiano no puede ser al mismo tiempo no-euclidiano. Por esto demuestran ignorancia del asunto los que creyendo haber echado por tierra los sistemas no-euclidianos, exclaman satisfechos: "Vuelve a ser cierto que la suma de los tres ángulos de un triángulo rectilíneo es igual a dos rectos". Podría respondérseles que jamás, en el *sistema euclidiano,* ha dejado de ser cierto el teorema mencionado.

La cuestión de saber si el espacio es euclidiano o no-euclidiano, tiene en realidad poca importancia. El verdadero interés, el gran valor filosófico de las Geometrías no-euclidianas consiste — dice *Russell* — en la posibilidad lógica de su existencia, aun en el caso improbable en que se pudiese demostrar rigurosamente que nuestro espacio es euclidiano [83], 125.

Otro punto que atacan los enemigos de las geometrías no-euclidianas es el de la existencia de la *constante espacial* que algunos llaman "la misteriosa constante k". [126], 14. En las geometrías no-euclidianas la distancia D entre dos puntos no está dada directamente por el valor de D en función de las coordenadas, sino en la Geometría de *Riemann* por el valor de $\cos\frac{D}{k}$ y en la de *Lobatchewsky* por el de $\cos h\,\frac{D}{k}$ en función de las coordenadas de los dos puntos. Esta constante k, como dice *Russell* [33], 262 está implícitamente contenida en toda relación analítica no-euclidiana que contiene distancias, así como la constante *cuatro ángulos rectos* está incluída en toda ecuación de geometría euclidiana o no-euclidiana que contiene ángulos. La cantidad $\frac{1}{k^2}$ en la Geometría de *Riemann* y $-\frac{1}{k^2}$ en la de *Lobatchewsky* es lo que se llama la *curvatura*

total, derivada de la fórmula del arco infinitesimal por la misma fórmula que ha dado *Gauss* para la curvatura total de una superficie (*).

Los filósofos que no son matemáticos, como *Lotze,* han sido en general, enemigos acérrimos de la metageometría. *Lotze* expresaba la esperanza de que la Filosofía no se dejara dominar en esta materia por las Matemáticas. *Russell,* que es filósofo y matemático, dijo: "Es necesario, por el contrario, alegrarse de que las Matemáticas no se hayan dejado dominar por la Filosofía y que hayan desarrollado libremente un sistema importante y consecuente consigo mismo, que merece por su sutil análisis de los elementos lógicos y de hecho, la gratitud de todos los que buscan una filosofía del espacio". [83], 139.

NOTAS SOBRE EUCLIDES Y LAS EDICIONES DE LOS ELEMENTOS

Se ha confundido frecuentemente al geómetra *Euclides* con *Euclides de Megara* fundador de una secta. Dice *Montucla,* "célebre más bien que por sus progresos en la investigación de la verdad, por su invención de sofismas y su pasión por la disputa".

Euclides de Megara fue uno de los primeros auditores de Sócrates; mientras que el geómetra era contemporáneo del primer *Ptolomeo* y por consiguiente vivió un siglo más tarde que aquél (cerca de 300 años a. J. C.).

No se sabe con seguridad cuál fue la patria del geómetra *Euclides.* Parece que vivió primeramente en Grecia y estudió en Atenas con discípulos de *Platón.* Después se fijó en Alejandría llamado por *Ptolomeo.* Este le preguntó si no había camino más fácil, menos espinoso que el ordinario para estudiar la Geometría. "No, príncipe — respondió Euclides — no existe ninguno hecho expresamente para los reyes". [7], 204.

Los célebres *Elementos* se componen de trece libros a los cuales se añaden ordinariamente otros dos que se atribuyen a *Hypsicles,* geómetra de Alejandría que vivió ciento cincuenta años después de *Euclides.*

Theon de Alejandría (320-395) fue el primer comentador de *Euclides* y luego *Proclus* (412-485) y *Eneas* de Hierápolis.

El árabe *Thebith ben Corrah* tradujo y revisó los *Elementos* en el siglo IX.

El célebre astrónomo y geómetra persa *Nassir-Eddin* (1225–1274) fue el principal comentador de *Euclides* y su sabio comentario en árabe fue publicado en 1594 en la magnífica imprenta de los *Médicis.*

Los hebreos *Moses Aban-Tibon* e *Isaac ben-Honain* hicieron traducciones de Euclides que se conservan en manuscritos en algunas bibliotecas.

Adelard (AEthelhard) de Bath en Inglaterra y *Campanus* de Novara (Italia) tradujeron los *Elementos* en los siglos XII y XIII de las versiones árabes. Por estas traducciones los latinos comenzaron a conocer a *Euclides;* hasta entonces los únicos autores conocidos en Geometría eran *Boëce* y los *Principiis geometriae* de San Agustín. La obra de *Adelard* no se conoce sino en manuscrito. La de *Campano* (siglo XIII) fue la base para la mayor parte de las traducciones latinas de fines del siglo XV y principios del XVI.

Casi medio siglo después del descubrimiento de la imprenta apareció en 1482 la *editio princeps* de Euclides, *in folio,* publicada en Venecia, de acuerdo con la traducción de *Campano* por *Radtolt* de Ausburgo, impresor célebre.

En 1489 se publicó otra edición, con el comentario de *Campano,* hecha en Vicencio por los impresores asociados *Leonardo* de Basilea y *Guillaume* de Pavia.

Zamberti de Venecia publicó otra edición latina de los *Elementos* y de otros escritos de *Euclides* con el título *Euclides Opera, Bartholomaco Zamberto interprete,* Venetia *in folio,* 1505.

Esta traducción fue de nuevo impresa en Basilea en 1537 (*in folio*) por el impresor *Hervage* y nuevamente en 1565.

En 1509 apareció en Venecia la bella edición *in folio* de *Lucas Pacioli,* de Borgo San Sepolcro, quien utilizó la versión de *Campano: Euclides megarcnsis mathematicorumque omnium sine controuersia principis opus. Campano interprete fidissimo translata... Lucas Paciolus thcologus insignis: altissima mathematicae disciplinarum scientia rarissimus... Venetiis,* Paganinus 1509, *in fol.* (Título en rojo y negro, caracteres góticos y grabados en madera).

En 1516, *Jacobo Faber* de *Etaples,* publicó en París por el editor *Henri Etienne* una edición latina de los *Elementos,* traducida del griego. Ella contiene además del comentario de *Theon,* las notas de *Campano* y de *Zamberti* y no es una simple reimpresión de la edición dada por este último.

En 1533 apareció en Basilea la primera edición griega de los *Elementos* hecha por *Simón Grynaeus* en la célebre imprenta de *J. Hervaye.* Esta edición presenta el texto griego de *Euclides* según *Theon* y contiene los cuatro libros del Comentario de *Proclus* sobre el Primer Libro.

Commandin dio en 1572, en Pesaro, una traducción latina de los *Elementos* (*in folio*) y en 1575 una edición italiana hecha en Urbino, reimpresa en Pesaro en 1619 con adiciones y correcciones.

El célebre matemático *Tartalea* (*Tartaglia*) publicó en Venecia en 1543 una edición italiana de *Euclides:* Euclides. Solo introduttore delle Scientie Mathematice diligentemente rassetato et alla integrita ridotto per Nicolo Tartalea Bresciano. Secondo le due tradottioni et di latino in volgar tradotto, con una ampla espositione di novo aggionta Vinegia, Vent. Ruffinelli, 1543. Fue reimpresa en Chiara con notas de *Talmente* en 1565.

En 1566 apareció la edición latina (*in folio*) de *De Foix-Candalle* con un décimo libro sobre los sólidos regulares; fue reimpresa en 1578 y aumentada de dos nuevos libros sobre los mismos sólidos.

(*) V. para la fórmula de la curvatura total, por ejemplo. DUARTE, **Análisis Infinitesimal,** Nº 142, p. 281. Caracas, 1943.

El *P. Clavius,* S. J., dio una edición de *Euclides* en 2 vols. in 8º, en Roma, 1574, con comentarios. Esta edición tuvo numerosas reimpresiones.

En 1576 apareció la edición española: *Los Seis Libros Primeros de la geometría de Euclides. Traduzidos* en *Lêngua española* por *Rodrigo Camorano,* Astrologo y Mathematico. Sevilla.

Después se publicó la edición francesa: *Les Quinze livres des Elémens d'Euclide. Traduicts du latin en François* par D. Henrion, Mathematicien, París, 1615.

Barrow publicó una edición latina en 1659 y *Keil* otra, en Oxford, en 1701 (in 8º).

La magnífica edición en griego y latín de *David Gregory* fue publicada en Oxford en 1703 (*in folio*) con el título *Euclides quae supersunt omnia* (*).

En 1756 *Robert Simpson* publicó en Glasgow una edición latina (in 4º) a la cual siguió una edición inglesa.

Después vienen las ediciones modernas:

Les Œuvres d'Euclide, traduites en Latin et en Français, d'après un manuscrit grec très ancien qui était inconnu jusqu'à nos jours. Par F. Peyrard, Traducteur des œuvres d'Archimède. París, 1814, 1816, 1818. (Edición en griego, latín y fracés, 3 vols. in 8º).

(*) En esta edición los postulados 4, 5, 6 están marcados 10, 11, 12. Por esto el postulado de Euclides se designa a veces por "axioma XI", como en el título del **Appendix** de **Bolyai.**

Les Œuvres d'Euclide, traduites littéralement d'après un manuscrit grec très ancien resté inconnu jusqu'a nos jours. Par E. Peyrard, París, 1819. (Edición solamente en francés, en 1 vol. in 4º).

Estas traducciones de Peyrard están consideradas como las más completas y las mejores que existen: "edición muy preciosa, considerada como la mejor y la más completa que se posee". (*Biogr. Gen.*).

El manuscrito antiguo utilizado en esta traducción es el Nº 190 de la Biblioteca del Vaticano, el cual fue enviado a París por *Monge* y *Berthollet,* cuando la ocupación de Roma, en 1796. Cuando Francia debió devolver los tesoros incautados, el Papa (Pío VII) permitió, a pedido del Gobierno francés, que *Peyrard* conservase el manuscrito hasta terminar la traducción.

Euclidis Elementa ex optimis libris in usum Tironum Graece edita ab Ernesto Ferdinando August Berlín, 1826–1829.

Euclidis Elementa, edidit et latine interpretatus est J. L. Heiberg. Lipsiae 1883–1888. 5 vols. in 8º [Vol. I, Libri 1-4; Vol. II, Libri 5-9; Vol. III, Libri 10; Vol. IV, Libri 11-13; Vol. V, Libri 14-15]; con un total de CLVII + 2348 págs.

The Thirteen Books of Euclid's Elements. Translated from the text of Heiberg with introduction and commentary, by T. L. Heath. 3. vols. in 8, Cambridge, 1908.

BIBLIOGRAFIA

[1] **Clavio, C.** — Operetta della linee rette equidistanti et non equidistanti, Bolonia, 1603.

[2] **Borelli, J. A.** — Euclides restitutus. Pisa, 1658.

[3] **Giordano, V.** — Euclide restituto overo gli antichi elementi geometrici ristaurati e facilitati. Roma, 1680.

[4] **Wallis, J.** — Opera Mathematica, t. II, p. 669-678. (De postulato Quinto) Oxoniæ, 1693.

[5] **Klügel, G. S.** — Conatuum præcipuorum theoriam parallelarum demostrandi recensio, quam publico examini submittent A. G. Kaestner et auctor respondens G. S. Klügel. Göttingen, 1763.

[6] **D'Alembert, J.** — Encyclopédie Méthodique Mathématique, t. II, p. 519, art. Parallèles. París, 1785.

[7] **Montucla, J. F.** — Histoire des Mathématiques. 4 vols. in 4º, t. I. París an VII, (1799), p. 204-214.

[8] **Hoffmann, J.** — Kritik der Parallelentheorie. Jena, 1807.

[9] **Flauti, V.** — Nuova dimostrazione del postulato quinto. Nápoles, 1818.

[10] **Peyrard, F.** — Les Œuvres d'Euclide. París, 1819, p. 2.

[11] **Legendre, A. M.** — Eléments de Géométrie, 12º ed. París, 1823, p. 20; 273-282.

[12] **Legendre, A. M.** — Reflexions sur différentes maniéres de démontrer la théorie des parallèles ou le théorème sur la somme des trois angles du triangle. Mém. de l'Acad. des Sciences. París, t. XIII, 1833.

[13] Allgemeine Encyklopaedie der Wissenschaften und Kuenste 3ª Sección. Leipzig, 1835. Artículo de Sohnke en el que citan 92 obras sobre la teoría de las paralelas.

[14] **Bouniakofsky, M.** — Sobre la teoría de las paralelas (en ruso) 1853. Artículo de 15 págs. en el que se hallan las críticas de las demostraciones del postulado de Euclides de Proclus, Nassir-Eddin, Castillon, Clavius, Simpson, Bertrand (de Ginebra), Gouriew, Schulten, Cristian, Tatarinow y Legendre. (Según A. Vassilief. L'Intermediare des Mathématiciens. t. II, p. 405).

[15] **De Tilly, J. M.** — Recherches sur les élements de la Géométrie. Bruxelles, 1860.

[16] **Hoüel, J.** — Essai d'une exposition rationnelle des principes fondamentaux de la Géométrie élémentaire. Arch. d. Math. u. Phys. t. 40. 1863.

[17] **Lobatchewsky, N. I.** — Etudes géométriques sur la théorie des parallèles, trad. Hoüel. París, 1866, p. 34.

[18] **Lobatchewsky, N. I.** — Pangeometria, trad. italiana de la edición francesa de Kasan de 1855 (Giorn. di Math. t. V). Nápoles, 1867. p. 1-64.

[19] **Forti, A.** — Intorno a la Geometria imaginaria o non euclidiana. Considerazioni storico-critiche. Rivista Bolognese di scienze, lettere, etc. t. II. p. 171. 1867.

[20] **Carton, J.** — Vrais principes de la Géométrie Euclidienne et preuves de l'impossibilité de la Géométrie non Euclidienne. París, in 8º (s. d.) (1867?).

[21] **Battaglini, G.** — Sulla Geometria immaginaria di Lobatchewsky. Gior. di Mat. t. V. p. 217-231. 1867.

[22] **Bolyai, J.** — La Science Absolute de l'Espace indépendante de la vérité ou de la fausseté de l'Axiome IX d'Euclide (que l'on ne pourra jamais établir a priori). Trad. Hoüel, París, 1868 (reimpreso por Hermann en 1896). p. 219; 242-248.

[23] **Forti, A.** — Intorno alla vita ed agli scritii di Wolfgang e Giovanni Bolyai di Bolya, matematici ungheresi. Bolletino di Bibliografia e di Storia delle scienze Mat. e Fisiche. t. I, p. 277. 1869.

[24] **Hoüel, J.** — Sur l'impossibilité de démontrer par une construction plane le postulatum d'Euclide. Nouvelles Annales de Math. 2ª série. t. IX, p. 93. París, 1870.

[25] **Hoüel, J.** — Notices sur la vie et les travaux de N. J. Lobatschefskij. Bulletin des Sc. Math. t. I; p. 66; 324; 384. París, 1870.

[26] **Klein, F.** — Ueber die sogenannte nichteuklidische Geometrie. Mathematische Annalen. t. IV, 1871; t. VI, 1873; t. VII, 1874.

[27] **Flye Saint-Marie, C.** — Etudes analytiques sur la théorie des parallèles. París, 1871.

[28] **Frischauf, J.** — Absolute Geometrie nach J. Bolyai. Leipsig, 1872.

[29] **Friedleins, G.** — Procli Diadochi in primum Euclidis elementorum librum Commentarii. Leipzig, 1873.

[30] **Clifford, W. K.** — Preliminary Sketch of Biquaternions. Proc. London Math. Society, 1873.

[31] **Frischauf, J.** — Elemente der Absolute Geometrie. Leipzig, 1876.

[32] **Lagrange, J. L.** — Œuvres, t. VIII, p. 331-363. París, 1877.

[33] **De Tilly, J. M.** — Essai sur les principes fondamentaux de la Géométrie et de la Mécanique. Mémoires de la Soc. des Sc. de Bordeaux. t. III, 1878.

[34] **Halsted, G. B.** — American Journal of Math. t. I, II, (Bibliografía de literatura no euclidiana). 1878-1879.

[35] **Kettner, W.** — Beschouwingen over de theorie der evenwipdige lijnen als Grondstag der Meetkunde (Consideraciones sobre la teoría de las paralelas como fundamento de la Geometría) Leyde, 1879. Se discuten en este trabajo varias demostraciones del postulado de Euclides. L'Intermédiare des Math. t. II, p. 405.

[36] **Hoüel, J.** — Essai critique sur les principes fondamentaux de la Géométrie élémentaire. 2e éd. París, 1883.

[37] **Tannery, P.** — Sur l'authenticité des axiomes d'Euclide Bull. des Sc. Math. 2e série. t. VIII, p. 162. París, 1884.

[38] **Killing, W.** — Die nichteuklidischen Raumformen in analytischer Behandlung. Leipzig, 1885.

[39] **Riccardi, P.** — Saggio di una bibliografía Euclidea. Mem. de l'Ist. di Bologna, serie 5, t. I. p. 27-34, 1887.

[40] **Laurent, H.** — Traité d'Analyse. 7 vols. in 8 t. III, p. 381. París, 1888.

[41] **Cirodde, P. L.** — Lecciones de Geometría. Trad. Barbery. 14ª ed. Madrid, 1888. p. 18.

[42] **Liard, L.** — Des définitions géométriques et des définitions empiriques. París, 2ª ed. 1888.

[43] **Cayley, A.** — Collected Math. Papers, t. II. Cambridge, 1889. t. XII, 1897. p. 220-238.

[44] **Calinon, A.** — Les espaces géométriques. Revue Philosophique, París, 1889.

[45] **De Broglie, Abbé.** — La Géométrie non-euclidienne. Annales de Phil. Chrétienne. París, 1890.

[46] **Andrade, J.** — Les bases expérimentales de la Géométrie euclidienne. Rev. Phil. París, 1890-1891.

[47] **Fontené, G.** — L'Hyperespace à n—1 dimensions. París, 1892.

[48] **Gérard, L.** — Sur la Géométrie non-euclidienne, París, 1892.

[49] **Couturat, L.** — Note sur la Géométrie non-euclidienne et la relativité de l'espace. Revue de Métaphysique et de Morale. París, 1893.

[50] **Karagiannides, A.** — Die Nichteuklidische Geometrie. Berlín, 1893.

[51] **De Tilly, J. M.** — Essai de Géométrie analytique générale. Mém. de l'Acad. Royale de Belgique. t. XLVIII; Mathesis, 1893.

[52] **Lechalas, G.** — Note sur la Géométrie non-euclidienne et le principe de similitude. Rev. de Métaphysique et de Morale. París, 1893.

[53] **Lie, S.** und **Engel, F.** — Theorie der Transformationsgruppen. 3 vols. in 8º. t. III. Leipzig. 1893. p. 394; p. 535.

[54] **Delboeuf, J.** — L'ancienne et les nouvelles géométries. Rev. Phil. 1893-1895.

[55] **Killing, W.** — Einführung in die Grundlagen der Geometrie. 2 vols. in 8. Leipzig, 1893-1898.

[56] **Burnside, W.** — On the Kinematics of non-Euclidean Space. Proc. London Math. Soc. vol. XXVI, 1894.

[57] **Veronese, G.** — Grundzuege der Geometrie. Trad. A. Schepp. Leipzig, 1894.

[58] **Darboux, G.** — Leçons sur la théorie générale des surfaces. 4 vols. in 8. t. III, p. 394-419. París, 1894.

[59] **Stäckel** und **Engel.** — Theorie der Parallellinien von Euklid bis auf Gauss. Leipzig, 1895.

[60] **Lechalas, G.** — La courbure et la distance en Géométrie générale. Rev. de Métaphysique et de Morale. París, 1896.

[61] **Dauge, F.** — Cours de Méthodologie mathématique. París, 1896. Se indican varias demostraciones del 5º postulado.

[62] **Loria, G.** — Il passato ed il presente delle principali teorie geometriche. 2ª ed. p. 281-302. Turín, 1896.

[63] **Couturat, L.** — De l'infini mathématique. p. 233, París, 1896.

[64] **Bonnel, J. F.** — Les hypothèses dans la Géométrie. París, 1897.

[65] **Stäckel** und **Engel.** — Gauss, les deux Bolyai et la Géométrie non-euclidienne. Trad. Laugel. París, 1897. p. 21.

[66] **Stäckel** und **Engel.** — Nicolaj Iwanowitsch Lobatschefsky. Leipzig, 1898.

[67] **Klein, F.** — Conférences de Chicago. Trad. Laugel. París, 1898. p. 85; 121.

[68] **Poincaré, H.** — Des fondements de la Géométrie. Trad. francesa por L. Rougier de una Memoria de Poincaré publicada en la revista americana "The Monist" en enero de 1898. París (s. d.) p. 5-64.

[69] **Mansion, P.** — Mélanges Mathématiques. Gand, 1898. Volumen que contiene artículos de 1882 a 1898. p. 33-69; 89-92; 122-144; 17-34 (2ª parte); 43-54. V. también Revue des Questions Scientifiques, Bruxelles, t. XXXVII donde da Mansion una lista bibliográfica sobre las geometrías no euclidianas.

[70] **Riemann, B.** — Œuvres Mathématiques. Trad. Laugel. París, 1898. p. 280-299.

[71] **Stäckel, P.** — Franz Adolph Taurinus. Abhandlungen zur Geschichte der Math. t. IX. p. 397-427. Leipzig. 1899.

[72] **Darboux, G.** — Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques. 2e ed. París, 1899. p. 208-217; 232-235.

[73] **Dehn, M.** — Die Legendreschen Sätze ueber die Winkelsumme im Dreieck. Math. Annalen. t. 33, p. 405-439. 1900.

[74] **Gauss, C. F.** — Werke, t VIII. p. 167; 234; 255; 267. Gottingen, 1900.

[75] **Klein, F.** — Zur Nichteuklidschen Geometrie. Math. Ann. t. 37, p. 544-572. 1900.

[76] **Andrade, J.** — L'Enseignement de la Géométrie et les géométries non-euclidiennes. L'Enseignement Math. IIe Année. p. 114-126. 1900.

[77] **Frolov, M.** — Considérations sur la Géométrie non-euclidienne. L'Eseignement Math. IIe Année. p. 179-187. 1900.

[78] **Frolov, M.** — Nouvelles considérations sur les géométries non-euclidiennes. L'Enseignement Math. IIe Année. p. 293-298. 1900.

[79] **Andrade, J.** — Euclidien et Non-Euclidien. L'Enseignement. IIe Année. p. 298-300. 1900.

[80] **Barbarin, P.** — A propos d'un article de M. Frolov. L'Ens. Math. IIe Année p. 306. 1900.

[81] **Tikhomandritzki, M.** — Sur le postulatum d'Euclide. L'Ens. Math. IIe Année. p. 385-388. 1900.

[82] **Mansion, P.** — Lettre au Directeur de l'Enseignement Mathématique. IIe Année. p. 457. 1900.

[83] **Russell, Bertrand A. W.** — Essai sur les fondements de la Géométrie. Trad. Cadenat. París, 1901. p. 33-35; 139; 189; 214-215; 262.

[84] **Isely, L.** — Histoire des Mathématiques dans la Suisse Française. Neuchâtel, 1901, p. 87.

[85] **Wickersheimer, E.** — Sur le postulatum des parallèles. L'Ens. Math. IIIe Année. p. 279-285. 1901.

[86] **Bonola, R.** — Index Operum ad geometrian absolutum spectantium. Leipzig, 1902-1903.

[87] **Pietzker, F.** — Considérations sur la nature de l'espace. L'Ens. Math. IVe Année. p. 76-110. 1902.

[89] **Laurent, H.** — A propos d'un article de M. Pietzker L'Ens. Math. IVe Année. p. 434-437. 1902.

[90] **Barbarin, P.** — Sur un quadrilatère birectangle. L'Ens. Math. IVe Année. p. 438-444. 1902.

[91] **Hilbert, D.** — Neue Begruendung der Bolyai.—Lobatschefskijschen Geometrie. Math. Ann. t. 57, 1903.

[92] **Segre, C.** — Congetture intorno alla influenza di Gerolamo Saccheri sulla formazione della Geometria non euclidea. Atti Acc. Sc. di Torino, t. 38, 1903.

[93] **Combebiac, G.** — L'Espace est-il euclidien? L'Ens. Math. Ve Année. p. 157-177; 262-278. 1903.

[94] **Pesloüan, L. de.** — Sur la nécessité du Postulat d'Euclide. L'Ens. Math. Ve Année. p. 288-293. 1903.

[95] **Bonola, R.** — A propos d'un récent exposé des principes de la Géométrie non-euclidienne. L'Ens. Math. Ve Année. p. 317-325. 1903.

[96] **Commolet, J. B.** — Théorie des paralléles euclidiennes. L'Ens. Math. Ve Année. p. 326-331. 1903.

[97] **Lechalas, G.** — Introduction à la Géométrie générale. París, 1904. p. 40-42; 50-52.

[98] **Bordage, E.** — Sur un théoréme de la Géométrie rimannienne. L'Ens. Math. VIe Année, p. 239-241. 1904.

[99] **Bonola, R.** — I teoremi del Padre Gerolamo Saccheri sulla somma degli angoli di un triangolo e la ricerche di M. Dehn. Rend. Ist. Lombardo, serie 11, vol. 38. 1905.

[100] **Bonola, R.** — La trigonometria assoluta secondo Giovanni Bolyai Rend. Ist. Lombardo, vol. 38. 1905.

[101] **Vahlen, K. Th.** — Abstrakte Geometrie. Untersuchungen ueber die Grundlagen der Euklidischen und nichteuklidischen Geometrie. Leipzig, 1905.

[102] **Bonola, R.** — Un teorema de Giordano Vitale de Bitonto sulle rette equidistanti. Bolletino di Bibliogr. e Storia delle Sc. Math. 1905.

[103] **Study, E.** — Ueber Nicht-Euklidische und Liniengeometrie. Jahr. der Deutsche Math. Vereinigung. XV. 1906.

[104] **Bonola, R.** — La Geometria non-euclidea. Bologna. 1906.

[105] **Laurent, H.** — La Géométrie analytique générale. París, 1906. p. 5; 29; 137.

[106] **Barbarin, P.** — La Géométrie non-euclidienne. 2e ed. París, 1907, p. 9; 49-54.

[107] **Kantor, M.** — Vorlesungen ueber Geschichte der Mathematik. 4 vols. in 8. t. I. Leipzig, 1907.

[108] **Halsted, G. B.** — La Sphérique non-euclidienne. L'Ens. Math. Xe Année. 1908, p. 97-111.

[109] **Coolidge, J. L.** — The elements of no-euclidean geometry. Oxford, 1909.

[110] **Schur, F.** — Grundlagen der Geometrie. Leipzig, 1909.

[111] **Picard, E.** — La Science moderne et son état actuel. París, 1909. p. 67-84.

[112] **Laurent, H.** — Sur les principes fondamentaux de la Theorie des nombres et de la Géométrie. 2e ed. París, 1911. p. 39; 43; 57.

[113] **Halsted, G. B.** — Géométrie rationnelle. Trad. Barbarin. París, 1911. p. 220-260.

[114] **Encyclopédie** des Sciences Mathématiques pures et appliquées publiée sous les auspices des Académies des Sciences de Göttingue, de Leipzig, de Münich et de Vienne. Ed. Française. t. III, vol. I, p. 1-64. Leipzig, 1911.

[115] **Cailler, C.** — Sur la notion de courbure et sur quelques points de Géométrie infinitésimale Non-Euclidienne. Mém. de la Soc. de Physique et d'Histoire Naturelle de Genéve. Vol. 37, fasc. 2. 1911.

[116] **Rouché** et **Comberousse.** — Traité de Géométrie. 8e ed. t. II. París, 1912. p. 575-593.

[117] **Poincaré, H.** — La Science et l'Hypothèse. París, 1912. p. 47-67.

[118] **Brunschvieg, L.** — Les étapes de la Philosophie mathématique. París, 1912. p. 497-524.

[119] **Hadamard, J.** — Leçons de Géométrie élémentaire. 5e ed. t. I. París, 1913, p. 286.

[120] **Stäckel, P.** — Urkunden zur Geschichte der Nichteuklidische und **Engel, F.** Geometrie. 2 vols. in 8. Leipzig, 1913.

[121] **Turc, A.** — Introduction élémentaire à la Géométrie Lobatschewskienne. Genéve, 1914. p. 62.

[122] **Poincaré, H.** — Sur les groupes kleinéens. Œuvres, t. II. París, 1916. p. 23-25 [Comptes Rend. de l'Acad. des Sc. de París. t. 93, 1881].

[123] **Rey Pastor, J.** — Introducción a la Matemática superior. Madrid, 1916. p. 35-43.

[124] **Rey Pastor, J.** Fundamentos de la Geometría proyectiva superior. Madrid, 1916.

[125] **Darboux, G.** — Principes de Géométrie analytique. París, 1917. p. 2; 289-363.

[126] **Garavito A., J.** — Nota sobre las Geometrías planas no euclideas. Anales de Ingeniería. Bogotá, 1918. Separata, 1918. [Reproducida en Rev. de la Acad. Colomb. de Ciencias Exactas, Físicas y Nat. Vol. II, Nº 8. p. 566-572. Bogotá, 1939].

[127] **Bonola, R.** — Die Nichteuklidische Geometrie. Trad. Liebmann. 2e Aufl. Leipzig, 1919. p. 61; 107. [3 Aufl. 1921].

[128] **Montessus de Ballore, R de.** — ¿Se puede vulgarizar la Matemática superior? Trad. Rev. Mat. H. A. t. I. Madrid, 1919. p. 81-88. [L'Ens. Math. IIIe Année 1901. p. 106-114].

[129] **Boutroux, P.** — Les principes de l'Analyse Mathématique. t. II. París, 1919, p. 208-214.

[130] **Vessiot, E.** — Leçons de Géométrie supérieure. París, 1919. p. 78-80.

[131] **Enriques, F.** — Les concepts fondamentaux de la Science. Trad. Rougier. París, 1919. p. 5-83.

[132] **Rougier, L.** — La Philosophie géométrique d'Henry Poincaré. París, 1920.

[133] **Enriques, F.** — Cuestiones relativas a la Matemática elemental. Trad. de la Soc. Mat. Española. t. I. Valladolid, 1921. p. 260-379.

[134] **Mac Leod, A.** — Introduction à la Géométrie Non-Euclidenne. París, 1922. p. 285; 309; 311; 253-284.

[135] **Bianchi, L.** — Lezioni di Geometria Diferenziale. 3 vols. in 8. t. I. 3ª ed. Bologna, 1922. p. 638; 642.

[136] **Picard, E.** — Deux leçons sur certaines équations fonctionnelles et la Géométrie non-euclidienne. Bull. des Sc. Math. t. XLVI. París, 1922. p. 404-416; 425-432.

[137] **Hilbert, D.** — Grundlagen der Geometrie. 5 Aufl. Leipzig, 1922. p. 144-162.

[138] **Cailler, Ch.** — Introduction géométrique à la Mécanique rationnelle. Genève, 1924. p. 49; 202; 378.

[139] **Enriques, F.** — Gli Elementi d'Euclide e la critica antica e moderna. 4 vols. in 8. Roma e Bologna, 1925-1932.

[140] **Barbarin, P.** — La correspondance entre Hoüel et De Tilly. Bull. des Sc. Math. t. 50. París, 1926. p. 50-64; 74-88.

[141] **Einstein, A.** — Geometría no euclidea y Física. Rev. Mat. H. A. 2ª serie. t. I. Madrid, 1926. p. 72-76.

[142] **Gonseth, F.** — Les fondements des Mathématiques. París, 1926. p. 75-115.

[143] **Appell, P.** — Traité de Mécanique Rationnelle. 5 vols. in 8. t. V. París, 1926. p. 173.

[144] **Klein, F.** — Vorlesungen ueber Höhere Geometrie. 3 Aufl. Berlín, 1926.

[145] **Jiménez Soto, F.** — Nota sobre el postulado de Euclides. Rev. Mat. H. A. t. II. 2ª serie. Madrid, 1927. p. 212-216.

[146] **Barbarin, P.** — La Géométrie Non-Euclidienne. 3e éd. París, 1928. p. 8; 52-58; 86-99; 113-168.

[147] **Picard, E.** — Leçons sur quelques équations fonctionnelles. París, 1928. p. 1-49.

[148] **Barbarin, P.** — Sur les images euclidennes du plan non-euclidien. Bull. des Sc. Math. t. 52. París, 1928. p. 317-319.

[149] **Barbarin, P.** — Images euclidiennes des plans non-euclidiens. Atti del Congresso Internazionale dei Matematici. t. IV. Bologna, 1928, p. 61-67.

[150] **Parfentieff, N. N.** — La Philosophie de la Nature chez N. J. Lobatcewski. Atti del Congresso de Bologna. t. VI, 1928. p. 483-488.

[151] **Klein, F.** — Vorlesungen ueber Nicht-Euklidische Geometrie. 2 vols. in 8. Berlín, 1928.

[152] **Cartan, E.** — Leçons sur la Géométrie des espaces de Riemann. París, 1928. p. 133-177.

[153] **Bentelli, W.** — Somengeometrie und Niche-Euklidische Geometrie. Comm. Math. Helvetici. Vol. I. Zürich, 1928. p. 42-63.

[154] **Costa, A.** — As idéas fundamentaes da Mathematica. Río de Janeiro, 1929. p. 201-211.

[155] **Schilling, F.** — Projektive und Nichteuklidische Geometrie. 2 vols. in 8. Leipzig, 1931.

[156] **Buhl, A.** — Paul Barbarin. Bull. des Sc. Math. t. 56. París, 1932. p. 72-78.

[157] **Juvet, G.** — La structure des nouvelles théories physiques. París, 1933. p. 156-163.

[158] **Schilling, F.** — Die Pseudosphaere und die Nichteuklidische Geometrie. Leipzig, 1935.

[159] **Alvarez Lleras, J.** — Julio Garavito Armero. Ensayo biográfico y literario. Rev. Acad. Colomb. de Ciencias exactas, físicas y naturales. Vol. II. Nº 7. Bogotá, 1938. p. 474. (Crítica a las Geometrías no-euclidianas).

[160] **Duarte, F. J.** — C. F. Gauss. Rev. del Colegio de Ingenieros de Venezuela. Año XVI, Nº 129. Caracas, 1938. p. 309. Separata, 1938.

[161] **Bell, E. T.** — Les grands mathématiciens. Trad. A. Gandillon. París, 1939. p. 320-333.

[162] **Kerekjarto, B. de.** — Nouvelle méthode d'édifier la géométrie plane de Bolyai et de Lobatchefsky. Comm. Math. Helvetici. Vol. 13. Zürich, 1940. p. 10-48.

[163] **Hempel, C. G.** — Geometry and Empirical Science. The American Math. Monthly. Vol. 52, Nº 1, pág. 7-17. Chicago, 1945.

NOTA DE LA DIRECCION. — Hemos reproducido íntegramente este folleto del doctor Francisco J. Duarte, publicado en Caracas en 1945, porque fuera de su gran mérito intrínseco contiene él algunas apreciaciones contrarias a Garavito, y en estas páginas deben tener cabida opiniones de toda clase, aunque nos sean adversas. Tal reproducción es enteramente espontánea: nadie nos ha sugerido el hacerla, ni el propio autor del folleto, quien accedió a nuestros deseos por sentimientos de simpatía hacia la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, a la cual pertenece con el título de miembro correspondiente.

Al suministrar a nuestros lectores la copia atrás presentada, y que hemos verificado con nimio cuidado, nos permitimos recomendar su lectura por considerar que el estudio: "Notas históricas y bibliográficas sobre las Geometrías no euclidianas" *es digno de la más grande atención. Su autor se muestra en este escrito como erudito de primera clase. Tal vez no se haya hecho nunca un trabajo limitado y abreviado sobre la materia con tal cantidad de información, que supone un espíritu benedictino de investigación y conocimientos matemáticos muy poco comunes. Merece por ello nuestro colega las más sinceras felicitaciones.*

Pero si hemos puesto en la reproducción a que aludimos, el mayor cariño, obedeciendo a un sincero deseo de que sea este estudio ampliamente conocido y de que nuestros lectores sepan cuál es la crítica que el doctor Duarte endereza contra las opiniones de Garavito respecto de las Geometrías no-euclidianas, esto no obsta para que nos reservemos para algún otro lugar en donde podamos, con mayor espacio, refutar tal crítica.

Por lo pronto, muy respetuosamente observamos al doctor Duarte que nunca hemos entendido que Garavito se hubiera propuesto demostrar el Postulado de Euclides. Bien sabía él cuál concepto filosófico debe tenerse de esta verdad intuitiva, que al tratar de demostrarse presupone siempre definiciones implícitas que también necesitan demostración.

Porque Garavito, más que matemático, fue filósofo sincero que nunca tuvo en mira cosa diferente de la persecución de la verdad. Bien puede catalogársele entre los filósofos de que nos habla el doctor Duarte, cuando afirma en su escrito: "Los filósofos que no son matemáticos, como Lotze, han sido en general, enemigos acérrimos de la Metageometría. Lotze expresaba la esperanza de que la Filosofía no se dejara dominar en esta materia por las Matemáticas".

Garavito, al igual de Lotze, fue adverso a las Geometrías no-euclidianas, por concepto propio y no por principios de autoridad, ya que su conocimiento de los numerosísimos autores que han propugnado por el triunfo de las nuevas ideas geométricas, era muy limitado.

Nuestra ignorancia a este respecto, mucho mayor que la suya, nos ha hecho comprenderle por este aspecto y por eso podemos afirmar que el Profesor colombiano jamás hubo de preocuparse de la demostración del Postulado de Euclides.

Así procuraremos demostrarlo en un próximo número de esta Revista, en donde haremos ver que los errores que el doctor Duarte cree encontrar en las exposiciones de Garavito, no lo son para todos, por cuanto la escuela de los pangeómetras no es universal, ni las ideas contrarias a la matemática clásica han obtenido hasta ahora un triunfo absoluto. El antagonismo existente entre clásicos e innovadores en estas materias es, en nuestro pobre concepto, cuestión de temperamentos. El hablar del error en que están quienes no piensan como nosotros, sobre cuestiones que aún se discuten, es pronunciar fallos excátedra.

Por pensar así es que hemos procurado insertar en estas páginas los conceptos tan bien documentados del doctor Duarte, con el propósito de discutirlos de acuerdo con las doctrinas de nuestro venerado maestro, a quien seguimos con sincera convicción. Creemos con ello prestar un servicio a quienes se interesen por el serio estudio y gusten de la discusión serena y constructiva.

Que nuestro colega, quien, repetimos, nos merece profundo respeto e irrestricta admiración, nos perdone esta explicación y acepte por anticipado la réplica que habremos de hacer próximamente con más estudio y mayor conocimiento del asunto, como prueba de que el trabajo a que nos referimos es digno, como ninguno, de la consideración de los estudiosos.

Artículos preseleccionados

Listado de artículos preseleccionados por área en orden cronológico con enlace al artículo original

Ciencias Biomédicas

Esguerra Gómez A, Borrero H LM, Montes G. Acción de la temperatura sobre la contractibilidad. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1944**, 5 (20): 503-505.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/01_Biomedicina/1.1.pdf

Uribe Piedrahita C. Contribución al estudio de algunos trematodos larvarios de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1950**, 7 (28): 526-533.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/01_Biomedicina/1.2.pdf

Osorno Mesa E, Morales Alarcón A, Osorno F, Ferro Vela MC. Phlebotominae de Colombia (Diptera, psychodidae). Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1972**, 14 (53): 45-68.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/01_Biomedicina/1.3.pdf

García-Barriga H. Aplicabilidad de las plantas medicinales en la moderna. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1986**, 16 (61): 79-87.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/01_Biomedicina/1.4.pdf

Ciencias del Comportamiento

Pérez de Barradas J. Estudio antropológico de los dos primeros cráneos humanos de la cultura de San Agustín. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1938**, 2 (7): 72-82.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/02_Ciencias_del_Comportamiento/2.1.pdf

Maurice T. La inteligencia de los animales, ¿esta inteligencia tiene una respuesta? Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1961**, 11 (43): 229-241.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/02_Ciencias_del_Comportamiento/2.2.pdf

Guhl E. Anotaciones sobre población, poblamiento y estructura demográfica de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1966**, 12 (48): 377-386.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/02_Ciencias_del_Comportamiento/2.3.pdf

Ciencias Físicas

Garavito Armero J. Teoría de la aberración de la luz. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1936**, 1 (1): 59-65.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/03_Ciencias_Fisicas/3.1.pdf

Ciencias Naturales, Botánica

Triana J. Nuevos estudios sobre las Quinas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1936,** 1 (3): 257-275.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/04_Botanica/4.1.pdf

Cuatrecasas J. Observaciones geobotánicas en Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1936**, 1 (3): 204-225.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/04_Botanica/4.2.pdf

Hermano Apolinar María. Vocabulario de términos vulgares en Historia Natural colombiana. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1936**, 1 (4): 349-361.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/04_Botanica/4.3.pdf

Cortés S. Dendrologia y Gilologia de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1938**, 2 (5): 60-66.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/04_Botanica/4.5.pdf

Cuatrecasas J. Notas a la flora de Colombia II. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1940**, 3 (12): 425-438.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/04_Botanica/4.6.pdf

Schultes, R.E. El amplio panorama de la botánica médica. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1965**, 12 (47): 269-275.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/04_Botanica/4.7.pdf

Cuatrecasas J. Revisión de las especies colombianas del género Baccharis. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1967**, 13 (49): 5-102.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/04_Botanica/4.8.pdf

Dugand A. Observaciones botánicas y geobotánicas en la costa colombiana del caribe. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1970**, 13 (52): 415-465.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/04_Botanica/4.9.pdf

Ciencias Naturales, Medio ambiente

Raasveldt HC, Tomic, A. Lagunas Colombianas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1958**, 10 (40): 175-198.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/05_Medio_ambiente/5.1.pdf

Carrizosa Umaña J. Notas para una definición de ecología. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1976**, 14 (55): 67-73.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/05_Medio_ambiente/5.2.pdf

Ciencias Naturales, Entomología

Murillo LM. Sentido de una lucha biológica. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1936**, 1 (4): 376-410.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/04_Botanica/4.4.pdf

Richter L. Catálogo de los Membrácidos de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1941**, 4 (15-16): 405-409.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/06_Entomologia/6.1.pdf

Ciencias Naturales, Herpetología

Hermano Daniel. Apuntes ofiológicos. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1938-1939**, 2 (8): 594-598.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/07_Herpetologia/7.1.pdf

Hermano Nicéforo María. Los Ofidios de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1942**, 5 (17): 84-101.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/07_Herpetologia/7.2.pdf

Ciencias Naturales, Ornitología

Dugand A. Aves de la región Magdaleno-Caribe. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1939**, 2 (8): 524-542.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/08_Ornitologia/8.1.pdf

Ciencias Químicas

Pérez Arbeláez E. Método químico industrial para la desfibración de las bromeliáceas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1945**, 6 (22-23): 235-243.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/09_Quimica/9.1.pdf

Lleras Codazzi R. La composición de los silicatos naturales. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1944**, 5(20):433-453.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/09_Quimica/9.2.pdf

Ciencias de la Tierra

Karsten H. La situación geognóstica de la Nueva Granada. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1947**, 7 (27): 361-381.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/10_Ciencias_de_la_tierra/10.1.pdf

Guhl E. La Sierra Nevada de Santa Marta. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1950**, 8 (29): 111-123.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/10_Ciencias_de_la_tierra/10.2.pdf

Raasveldt HC, Tomic, A. Lagunas colombianas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1958**, 10 (40): 175-198.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/10_Ciencias_de_la_tierra/10.3.pdf

Matemáticas

de Greiff Bravo L. Utilización del cálculo matricial en el ajustamiento por mínimos cuadrados. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1957**, 10 (39): 131-136.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/11_Matematicas/11.1.pdf

Takahashi A. El infinito. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1976**, 14 (55): 13-17.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/11_Matematicas/11.2.pdf

Takahashi A. Algebras de Boole asociadas a un espacio de medida. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1980**, 15 (56): 33-35.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/11_Matematicas/11.3.pdf

Poveda Ramos G. Dos ecuaciones diferenciales finitas con coeficientes variables. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. **1981**, 15 (57): 31-38.
• https://www.raccefyn.co/_archivos/clasicos/11_Matematicas/11.4.pdf

Agradecimientos

Nuestros más sinceros agradecimientos a los editores asociados, a los académicos, a los investigadores y a todos los profesionales cuyo acompañamiento durante este año hizo tan gratificante la tarea de publicar este suplemento

Biomédicas

Angela Restrepo, Ph.D.
CIB Medellín

Alberto Gómez, Ph.D.
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

John Mario Gonzalez, Ph.D.
Universidad de los Andes, Bogotá

Luis Fernando García, MD, M. Sc.
Universidad de Antioquia, Medellín

Gustavo Adolfo Vallejo, Ph.D.
Universidad del Tolima, Ibagué

Luis Caraballo, Ph.D.
Universidad de Cartagena, Cartagena

Juanita Angel, Ph.D.
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Manuel Franco, Ph.D.
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Gioconda San Blas, Ph.D.
Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas, Venezuela

Ciencias del Comportamiento

Rubén Ardila, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Guillermo Páramo, M.Sc.
Universidad Central, Bogotá

Fernando Marmolejo-Ramos, Ph.D.
Universidad de Adelaide, Adelaide, Australia

Ana María Groot, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia

Ciencias Físicas

Román Eduardo Castañeda, Dr. rer. nat.
Universidad Nacional, Medellín

Pedro Fernández de Córdoba, Ph.D.
Universidad Politécnica de Valencia, España

Diógenes Campos Romero, Dr. rer. nat.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

María Elena Gómez, Doctor
Universidad del Valle, Cali

Gabriel Téllez, Ph.D.
Universidad de los Andes, Bogotá

Jairo Roa-Rojas, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Ángela Stella Camacho Beltrán, Dr. rer. nat.
Universidad de los Andes, Bogotá

Edgar González, Ph.D.
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Guillermo González, Ph.D.
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

Horacio Torres, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia

Ciencias Químicas

Luis Fernando Echeverri, Ph.D.
Universidad de Antioquia, Medellín

Edgar Paez, Ph.D.
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

Fernando Martínez, Docteur en Chimie
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

Sonia Moreno Guaqueta, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Moisés Wasserman Lerner, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Myriam Sánchez de Gómez, M.Sc.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Carmenza Duque
Ex editora de la Revista de la Academia

Betty Lucy López Osorio, Ph.D.
Universidad de Antioquia, Medellín

Ligia Sierra, Ph.D.
Universidad de Antioquia, Medellín

Carlos Jiménez, Ph.D.
Universidad de La Coruña, España

Rodolfo Castillo, Ph.D.
Fort Lauderdale, Florida, USA

Ciencias Naturales

Enrique Forero
Presidente de la Academia

Antoine M. Cleef, Ph D
University of Amsterdam, The Netherlands

Paulina Muñoz
Universidad Nacional de Colombia

Orlando Rangel, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia

José Luis Fernández Alonso Doctor
Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, España

Jaime Cantera
Doctorat d´Etat Universidad del Valle, Cali

Sandra Baena Garzón, Ph.D.
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Julio Mario Hoyos, Ph.D.
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Nestor Hernando Campos, Dr. rer. nat.
Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe

Martha Patricia Ramírez Pinilla, Ph.D.
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

Fabio Castaño-Zapata, Ph.D.
Universidad de Caldas, Manizales

Margarita Perea
Ex editora de la Revista de la Academia

Fernando Fernandez
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad nacional de Colombia

Orlando Acevedo Charry
Instituto de Ciencias Naturales,
Universidad Nacional de Colombia

Ciencias de la Tierra

Germán Poveda Jaramillo, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia, Medellín

Carlos Alberto Jaramillo Muñoz, Ph.D.
Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá

Sebastián Gomez
Estudiante de pregrado Geología

José Daniel Pabón, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

José A. Lozano
Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Jorge Brieva
Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Carlos Alberto Vargas, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Matemáticas

Clara Helena Sánchez, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia

Carlos Vasco, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia

Francisco Marcellan Español, Ph.D.
Universidad Carlos III, Madrid, España

Jorge Iván Cossio Betancur, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia, Medellín

Luis Español González, Doctor
Universidad de la Rioja, España

Jaime Ignacio Lesmes Camacho, Dr. phil. nat.
Universidad de los Andes, Bogotá

Luis Carlos Arboleda, Doctor
Universidad del Valle, Cali

Alf Onshuus, Ph.D.
Universidad de los Andes, Bogotá

Archivo Histórico de la Javeriana,
Padre Jairo Bernal Parra, S. J.
Alma Nohra Miranda Leal
John Jairo Oviedo

Carolina Acosta, asistente editorial
Johanna Morales, diagramadora
Bibiana Dimaté, biblioteca de la Academia

Créditos

Hernando Groot Liévano	Archivo familiar
Luis Patiño Camargo	Archivo familiar
Gonzalo Correal Urrego	Archivo de la Academia
Gerardo Reichel-Dolmatoff	http://www.colarte.com/colarte/foto.asp?idfoto=279930
Julio Garavito Armero	https://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/garavito.htm
José Cuatrecasas	http://nmnh.typepad.com/the_plant_press/2013/02/jos%C3%A9-cuatrecasas-magnum-opus-to-be-published.html
Richard Evans Schultes	https://es.wikipedia.org/wiki/Richard_Evans_Schultes
Julio Carrizosa Umaña	http://sostenibilidad.semana.com/opinion/articulo/los-pequenos-mineros-guerras-patrimonio-ecologico-julio-carrizosa/32214
Luis María Murillo	http://luismariamurilloquinche.blogspot.com.co/
Thomas Van Der Hammen	http://geoloygeomorfoubosque.blogspot.com.co/2013/04/thomas-van-der-hammen.html
Ernesto Osorno Mesa	https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/download/917/1032
Leopoldo Richter	http://www.colarte.com/colarte/foto.asp?idfoto=265024
Federico Medem	http://lineadetiempoun.unal.edu.co/hitos-historicos/detail/news/federico-medem-medem/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=7070e1fab57b624e634228fa3143fe3d
Carlos Lehmann Valencia	http://inciva-mcn.blogspot.com.co/
Antonio Olivares Celis	http://www.accefyn.org.co/sp/academicos/Silla_24_Antonio_Olivares_Celis.htm
Kazan Mezey	http://med.javeriana.edu.co/boletin%20informativo/boletin%209/boletin_9.htm
Hans Bürgl	https://revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/30367/30522
Hans Trojer	Imagen obtenida del sistema "Land Atmosphere Near real-time Capability for EOS (LANCE)" del Servicio de Búsqueda de Imágenes Globales (GIBS), ambos operados por el Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS) de la NASA.
Jorge Alvarez Lleras	Archivo Academia
Francisco Vera	http://vps280516.ovh.net/divulgamat15/images/stories/biografias/1Espanoles/franciscoverafernandezdecordoba.jpg
Duarte FJ	http://learn-math.info/history/photos/Duarte.jpeg

Línea del tiempo

Jorge Alvarez Lleras	Archivo de la Academia
Belisario Ruiz Wilches	Archivo de la Academia
Luis María Murillo	http://luismariamurilloquinche.blogspot.com.co/
Luis Duque Gómez	http://www.colarte.com/colarte/foto.asp?idfoto=191303
Gustavo Perry Zubieta	https://descendientesmartinperry.wordpress.com/gustavo-perry-zubieta/
Luis Eduardo Mora Osejo	Archivo de la Academia
Julio Carrizosa Umaña	http://sostenibilidad.semana.com/opinion/articulo/los-pequenos-mineros-guerras-patrimonio-ecologico-julio-carrizosa/32214

A nuestros lectores y autores

Enfoque y alcance

La Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales es una publicación periódica trimestral, multidisciplinaria, que tiene como objetivo dar a conocer artículos inéditos de investigación de alta calidad.

La Revista publica artículos científicos en las áreas de ciencias biomédicas, ciencias del comportamiento (filosofía, sicología, antropología, sociología), ciencias físicas, ciencias naturales (biología, microbiología, botánica, zoología, ecología) ciencias químicas, ciencias de la tierra (geología, medio ambiente) y matemáticas.

Está reseñada en varios índices nacionales e internacionales tales como Actualidad Iberoamericana, Agris, CIRS (*International Center for Scientific Research), Current Mathematical Publications,* EBSCO, Dialnet, Historia Mathematica, Index Kewensis, Latindex, Mathematical Reviews, MathSciNet (on line data base), PERIODICA, SciELO Colombia, Online Computer Library Center – OCLC, *Zentralblatt für Mathematik, Zoological Record*. Nacionalmente se encuentra reseñada en la base de datos Publindex de Colciencias.

El primer número se publicó en diciembre de 1936, año de creación oficial de la Academia, bajo la dirección del doctor Jorge Álvarez Lleras y hasta el momento se han editado 41 volúmenes.

Proceso de evaluación por pares

Se recibirán solo los manuscritos que cumplan con todos los requisitos que se mencionan en las indicaciones a los autores. Los manuscritos serán evaluados en primera instancia por el editor y los editores asociados de la disciplina correspondiente.

Cada manuscrito será enviado a dos especialistas en el tema, quienes evaluarán y enviarán sus recomendaciones. Este proceso de revisión tendrá una duración aproximada de 90 días.

Los pares académicos pueden adoptar alguna de las siguientes tres opciones: a) aceptación sin modificaciones; b) aceptación con correcciones; c) no aceptación. En caso de desacuerdo de los pares, el original será enviado a un tercer evaluador.

En cualquiera de los casos, el autor será informado y deberá realizar las modificaciones correspondientes en el manuscrito y enviarlo dentro de las cuatro semanas siguientes. Además, deberá enviar un documento en el que responderá, una a una, todas las observaciones señaladas por los evaluadores.

Cuando el autor demore más de 30 días en responder a las sugerencias de los evaluadores, se entenderá que los autores han retirado el manuscrito en su forma actual y, si se remitiera de nuevo, el Comité Editorial de la Revista lo considerará cómo un nuevo trabajo.

Los trabajos que sean aceptados se considerarán como propiedad de la **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales** y podrán ser reproducidos total o parcialmente por la Revista.

La Revista no se hace responsable de los contenidos científicos ni de las implicaciones legales de los artículos publicados.

Ética de la publicación

La Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (RACCEFYN), acoge la normatividad internacional definida por el *Committee on Publication Ethics* (COPE). Algunas normas se pueden consultar en:

COPE guidelines on good publication practice:
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1753164/

COPE code of conduct:
https://publicationethics.org/resources/code-conduct

Ver documento pdf (anexo)

Política de acceso abierto

La página web de la Revista (**www.raccefyn.co**) permite el acceso libre y abierto a los artículos con el fin de contribuir a la visibilidad, el acceso y la difusión de la producción científica.

Directrices para autores

Tipología de los artículos publicados en la Revista

Artículos originales o artículos de investigación científica y tecnológica: documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene los siguientes apartes importantes: introducción, metodología, resultados, discusión, conclusiones y referencias.

Artículos cortos: documentos breves que presenta resultados originales preliminares o parciales de una investigación científica o tecnológica y, que, por lo general, requieren de una pronta difusión.

Artículos de posesión o artículos de revisión de tema: documentos resultantes de una investigación donde se analizan crítica y sistemáticamente, a la par que se integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, centradas en un campo de la ciencia o la tecnología, con el fin de dar cuenta de sus avances y sus tendencias de

desarrollo. Presentar un artículo de revisión constituye un requisito para que un Académico pueda posesionarse como miembro correspondiente o de número.

Cartas al editor: posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista que, a juicio del Comité Editorial, constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

Comentarios bibliográficos: son escritos críticos breves sobre libros recientes publicados en las disciplinas de interés de la Revista.

Corrección de los autores

Fe de erratas

Indicaciones a los autores

Los autores deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

1. Los trabajos presentados deberán ser originales y de alto nivel, escritos en inglés o español, y que traten sobre aspectos relacionadas con las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Todos los trabajos aceptados quedarán como propiedad permanente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de manera que la misma podrá publicarlos en formato físico y electrónico, incluyendo la internet. (Ver transferencia derechos de autor).
2. El autor de la correspondencia aceptará mediante comunicación escrita firmada que el manuscrito es un trabajo original, que no ha sido publicado por ningún medio, ni está siendo evaluado para aparecer en otra publicación impresa o electrónica y que, además, ha sido aceptado por todos los autores para su publicación en la Revista. Igualmente,-que los derechos de autor no han sido cedidos a nadie con anterioridad. (Ver formatos declaración originalidad, conflicto de intereses y sesión de derechos de autor en la página web de la Revista: http://www.raccefyn.co).
3. La participación de los autores en el trabajo deberá ser suficiente como para aceptar públicamente la responsabilidad por los aportes de cada cual. El orden de los autores en la publicación deberá ser una decisión compartida de los coautores, quienes deberán ser capaces de explicar el orden en el que aparecen sus nombres. Finalmente, el manuscrito debe contener un párrafo en el que se detallará la contribución de cada uno de los autores.
4. De acuerdo con el ICMJE, todos los colaboradores que no cumplan con los criterios de autoría o hayan realizado contribuciones menores deberán aparecer en la sección de *Agradecimientos*, pero no serán citados como autores. Las ayudas económicas y materiales deberán aparecer en los *Agradecimientos*.
5. La terminología debe regirse por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica. La terminología física, química o bioquímica, deberá seguir las normas del Comité de Nomenclatura de la Unión Internacional de la Química Pura y Aplicada (IUPAC). Deberán usarse las abreviaturas internacionales convencionales y las unidades del Sistema Internacional (SI). Los nombres científicos deberán ser escritos en la forma recomendada por el *Internacional Code of Botanical Nomenclature* y por el *International Committee on Systematics of Prokaryotes* o ICSP.

Envío y presentación del manuscrito

Los artículos deberán ser enviados a través de **http://www.raccefyn.co**
El manuscrito incluirá además de la página correspondiente al título, el resumen, las referencias, las tablas y sus títulos, las leyendas de las figuras, todos los cuales deberán estar escritos en procesador de palabras Word a doble espacio, usando la fuente Arial de tamaño 12, sin justificar el texto. No debe olvidarse el usar la numeración en todo el manuscrito. Extensión máxima de 30 páginas, entre 5.000 a 8.000 palabras.

Los manuscritos deben incluir la siguiente información:

1. Una hoja de presentación, página en Word con los nombres y apellidos (si desea poner el segundo apellido, debe ir separado por un guion) de todos los autores (sin cargos, ni grado académico), filiaciones y correos electrónicos. Agregar aquí un párrafo en el que los autores declaren su aporte personal al manuscrito bajo consideración.
2. Título completo del manuscrito en español e inglés (máximo 30 palabras, 165 caracteres)
3. Título corto (máximo 10 palabras, 50 caracteres)
4. Resumen en español e inglés que no supere 250 palabras.
5. Palabras clave en español y en inglés que no superen en número a seis, separadas por punto y coma.
6. Nombre del autor responsable de la correspondencia con su dirección completa, número telefónico, dirección electrónica y código ORCID. *Open Researcher and Contributor* ***ID*** **(**Identificación del Investigador y del colaborador abierto)
7. Direcciones electrónicas de todos los coautores y códigos ORCID *Open Researcher and Contributor* ***ID***.
8. Texto, referencias y tablas en un mismo archivo en conjunto con las leyendas de las figuras en formato jpg o tiff en archivos individuales y con una resolución mayor a 300 dpi (*dots per inch*).
9. El número máximo de tablas y figuras es de 7. Para enviar información adicional se puede emplear la sección de *Información suplementaria* debidamente referenciada en el texto: tabla 1S, 2S, etc.; figura 1S, 2S, etc.

Estructura del manuscrito

Introducción: se debe mostrar el marco teórico en el cual se inscribe el tema de la investigación, propósito del artículo y justificación del estudio indicando, además, la delimitación de la pregunta problema.

Materiales y métodos: se describirán los sujetos de observación o experimentación, aparatos o dispositivos y metodologías empleadas en el estudio. La descripción de la metodología debe tener referencias de los métodos usados.

Análisis estadístico: señalar los métodos estadísticos utilizados y la manera de analizar los datos.

Resultados: deben presentarse en secuencia lógica, con las tablas y las figuras acompañadas de una explicación y análisis de las mismas.

Discusión: debe hacerse énfasis en los aspectos nuevos e importantes del estudio, contrastando los resultados con la información pertinente disponible en literatura actualizada y relacionar las conclusiones con los objetivos propuestos. Se deben incluir las implicaciones y limitaciones de los hallazgos y comparar las observaciones relevantes con las de otros estudios.

Los resultados y la discusión pueden presentarse también en forma combinada, en cuyo caso la sección se denominará *Resultados y Discusión*.

Conclusiones: deberán responder al objetivo de la investigación reportada e incluir el planteamiento de objetivos futuros a seguir en la línea de investigación.

Referencias: todas las referencias bibliográficas se insertarán en el texto y deberán llevar siempre entre paréntesis el apellido del primer autor y el año de publicación. Si el apellido del autor o autores forma parte de la estructura formal de la frase, sólo se pondrá entre paréntesis la fecha; por ejemplo: Pérez y Ribas (1996). Si no forma parte de la estructura formal del texto, por ejemplo: ... como indica Barbudo (2003). Si son solo dos autores se pondrán los dos apellidos, si son más de dos sólo se pondrá el apellido del primero añadiendo "*et al*."

La Revista ACCEFYN utiliza las normas del Manual APA, estas emplean un sistema de citación de autor-fecha.

Lista de referencias. Se organizan alfabéticamente y se citan de la siguiente manera:

Artículo de revista

Apellido, A. A., Apellido, B. B., Apellido, C. C. (Año). Título del artículo. Nombre de la revista, **volumen:** pp-pp.

Ejemplo

Kay, M.A., Glorioso, J.C., Naldini, L. (2001). Viral vectors for gene therapy: the art of turning infectious agents into vehicles of therapeutics. Nat Med., **7:** 33-40.

Libro

Apellido, A. A. (Año). Título. Ciudad, País: Editorial

Ejemplo

Salisbury, F. B., Ross, C. M. (1994). Fisiología Vegetal. Guadalajara, México: Grupo editorial Iberoamérica.

Capítulo de libro

Apellido, A. A., Apellido, B. B. (Año). Título del capítulo o la entrada. En A. A. Apellido. (Ed.), Título del libro (pp. xx-xx). Ciudad, País: Editorial.

Ejemplo

Guba, E.G. (1983). Criterios de credibilidad en la investigación naturalista. En J. Jimeno Sacristán y A. Pérez Gómez. La enseñanza: Su teoría y su práctica (148-165). Madrid, España: Akal.

Revista en línea

Apellido, A. A. (Año). Título del artículo. Nombre de la revista, **volumen** (número): pp-pp. Disponible en: http://www...

Ejemplo

Cintrón, G., Lugo, A. E., Pool, D. J., Morris, G. (1978). Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. Biotropica, **10** (2): 110-121. Disponible en: http://www.jstor.org/pss/2388013.

Gutiérrez-Vargas, J.A., Moreno, H., Cardona-Gómez, G.P. (2016). Targeting CDK5 post-stroke provides long-term neuroprotection and rescues synaptic plasticity. J Cereb Blood Flow Metab. doi: 10.1177/0271678X16662476

Citas páginas web

Anotar la fecha de la consulta

Ejemplo

Guiry, M.D., Guiry, G.M. (2015). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponible en http://www.algaebase.org., accedida entre enero y junio de 2015.

Tablas y figuras: las tablas y cuadros se denominarán tablas y llevarán numeración arábiga de acuerdo con el orden de aparición. El título correspondiente se coloca en la parte superior de la tabla y las notas en la inferior. Los símbolos para unidades deben aparecer en el encabezamiento de las columnas. Si es necesario exponer alguna información, utilizar las letras minúsculas del alfabeto según orden de aparición en la respectiva tabla: a, b, c, d, e, etc.

Las fotografías, gráficos, dibujos y esquemas se denominan todos como Figuras, las cuales se enumeran según el orden de aparición y sus leyendas se describen en hoja separada. Si se trata de micro-fotografías debe indicarse el aumento utilizado. Las personas, o sus nombres, no deben ser identificables en las fotografías pero se requiere permiso escrito para su publicación.

Cuando las tablas y figuras hayan sido tomadas de revistas o libros, sean impresos o electrónicos, se debe especificar la fuente y adjuntar autorización de la respectiva publicación para su reproducción.

Agradecimientos: podrán ser expresados a personas o entidades que hayan ayudado en la realización del trabajo. Se mencionarán las personas y el tipo de ayuda aportada, así como las entidades, instituciones o fundaciones que hayan financiado o suministrado materiales. En caso de proyectos de investigación financiados será suficiente con mencionar el código de registro y la entidad, institución o fundación que lo apoyó económicamente.

Consideraciones

Los trabajos aceptados son propiedad de la Revista ACCEFYN y podrán ser reproducidos total o parcialmente por la Revista.

La Revista no se hace responsable de los contenidos científicos ni de las implicaciones legales de los artículos publicados.

Corrección de estilo y publicación del manuscrito

Una vez aceptados los artículos, éstos se enviarán a corrección orto-tipográfica. Se usará la herramienta de control de cambios de Word, en la cual quedará el registro de cada una de las sugerencias llevadas a cabo y los comentarios o dudas para que el autor o los autores aprueben y contesten apropiadamente.

La versión corregida deberá ser enviada nuevamente para su aprobación definitiva en un plazo mínimo de 48 horas. El manuscrito deberá ir con una carta al editor, informando cuales correcciones fueron procesadas. El editor le informará al autor la fecha aproximada y el número del volumen en el que el trabajo será publicado.

Rectificaciones y correcciones de errores

Las rectificaciones sobre la información suministrada por parte de los autores, se harán en el número inmediatamente posterior al anuncio de las mismas y serán responsabilidad de los mismos autores. La Revista se encargará de publicar una nota aclaratoria a manera de erratas. En el caso que sean necesarias mejoras y corrección de errores orto-tipográficos, de manejo visual de la información o de imprecisiones involuntarias, el o los autores podrán comunicarse al correo de la Revista para que puedan efectuarse en las versiones electrónicas de la Revista.

Falsificación de artículos

Si en el proceso editorial se encuentra falsificación, omisión de datos, duplicidad del artículo o plagio, se devolverá el original al autor con la debida notificación a su institución patrocinadora, centro de investigación o universidad.

Conflicto de intereses

Si los autores o coautores, editores o revisores (evaluadores) tienen algún conflicto de intereses que pueda de alguna manera influir en la transparencia u objetividad en el proceso de revisión por pares y publicación, tal conflicto debe ser declarado.

Los conflictos de interés más evidentes son los llamados conflictos financieros, resultado de relaciones entre empleador-empleado, financiaciones y patentes, así como también honorarios, consultorías, investigación pagada por compañías que dependen de los resultados investigativos, entre otros.

También existen los conflictos personales resultado de amistades o animadversiones, competencias académicas y pasiones en el campo intelectual o moral (por ej. parientes en una compañía que se beneficiaría de los resultados que se van a publicar, el uso de los resultados publicados para promoción inmediata basada en el artículo publicado, creencias religiosas que estén en conflicto directo con la investigación que se va a publicar, entre otros).

Transferencia de derechos de autor

En caso de que el artículo enviado sea aprobado para publicación, el autor principal en nombre propio y en el de los coautores o el autor principal y los coautores deben ceder los derechos de autor del artículo mencionado a la revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN), excepto en los siguientes casos:

a) Los autores y coautores retienen el derecho de revisar, adaptar, preparar trabajos derivados, presentaciones orales y distribuir a algunos colegas impresos de su propio trabajo publicado, siempre y cuando se dé el crédito correspondiente a la revista de ACCEFYN. También pueden publicarse el título del trabajo, resumen, tablas y figuras del trabajo en los correspondientes sitios web de autores o de sus empleadores, también dando el crédito correspondiente a la revista de ACCEFYN.

b) Si el trabajo ha sido realizado por contrato, el empleador del autor tiene el derecho de revisar, adaptar, preparar trabajos derivados, reproducir o distribuir en formato impreso el trabajo publicado, de una manera segura y para el uso exclusivo de sus empleados.

c) Si a la revista de ACCEFYN se le solicitara permiso individual por terceras personas para usar, imprimir o publicar específicamente artículos ya publicados, deberá obtenerse el permiso expreso del autor y coautores del trabajo o del empleador con excepción del uso en salones de clase, bibliotecas o reimpresos en un trabajo colectivo.

d) La revista ACCEFYN se reserva el posible uso en la portada de la revista, de figuras sometidas con los manuscritos.

e) Ningún otro derecho, además del de derechos de autor, debe ser reclamado por la revista de ACCEFYN.

Aviso de derechos de autor

Los autores certifican que son los creadores originales del trabajo y declaran que:

a) Los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal y, en los casos que así lo requieran, se cuenta con las debidas autorizaciones de quienes poseen los derechos patrimoniales.

b) Todos los materiales que se presentan están totalmente libres de derecho de autor y, por lo tanto, el autor de la correspondencia se hace responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de responsabilidad a la **Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**.

c) El trabajo es inédito y no será enviado a otras revistas mientras se espera la decisión de los editores de tal revista. El primer autor declara que no existe un posible conflicto de intereses en este manuscrito.

d) En caso de ser publicado, los autores del artículo transfieren todos los derechos de autor a la Revista ACCEFYN, sin cuyo permiso expreso no podrá reproducirse ninguno de los materiales publicados en la misma.

e) A través de este documento, y si el trabajo es aceptado para su publicación, la Revista ACCEFYN asume los derechos para editar y publicar los artículos en índices nacionales, e internacionales o bases de datos con fines académicos y científicos no comerciales en medios impresos, electrónicos, Internet en texto completo o cualquier otro medio conocido o por conocer con respeto de los derechos de autoría.

Transferencia de derechos de autor

En caso de que el artículo enviado sea aprobado para publicación, el autor principal en nombre propio y en el de los coautores o el autor principal y los coautores deben ceder los derechos de autor del artículo mencionado a la revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN), excepto en los siguientes casos:

a) Los autores y coautores retienen el derecho de revisar, adaptar, preparar trabajos derivados, presentaciones orales y distribuir a algunos colegas impresos de su propio trabajo publicado, siempre y cuando se dé el crédito correspondiente a la revista de ACCEFYN. También se pueden publicar el título del trabajo, el resumen, las tablas y las figuras del trabajo en los correspondientes sitios web de autores o de sus empleadores, dando también el crédito a la revista de ACCEFYN.

b) Si el trabajo ha sido realizado por contrato, el empleador del autor tiene el derecho de revisar, adaptar, preparar trabajos derivados, reproducir o distribuir en formato impreso el trabajo publicado, de una manera segura y para el uso exclusivo de sus empleados.

c) Si a la revista de ACCEFYN se le solicitara permiso individual por terceras personas para usar, imprimir o publicar específicamente artículos ya publicados, deberá obtenerse el permiso expreso del autor y de los coautores del trabajo o del empleador con excepción del uso en salones de clase, bibliotecas o reimpresos en un trabajo colectivo.

d) La revista ACCEFYN se reserva el posible uso en la portada de la revista, de figuras sometidas con los manuscritos.

e) Ningún otro derecho, además del de derechos de autor, debe ser reclamado por la revista de ACCEFYN.

Declaración de privacidad

Los nombres y las direcciones de correo electrónico incluidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros ni serán usados con otros fines.

Lista de comprobación para la preparación de envíos

Como parte del proceso de envíos, los autores están obligados a comprobar que su envío cumpla todos los elementos que se muestran a continuación. Se devolverán a los autores aquellos envíos que no cumplan estas directrices.

1. Carta de sometimiento del artículo, donde informa que todos los autores han leído, aprueban y declaran que:

- Están de acuerdo con el manuscrito remitido, en su contenido, organización y presentación.
- El trabajo es original, el cual no ha sido publicado previamente y, de igual forma, no se someterá a otra revista hasta conocer la respuesta del Comité Editorial.
- En caso de ser aceptado el manuscrito, se autoriza su publicación bajo las normas establecidas por la revista.
- El documento no cuenta con texto o figuras que tengan reserva de derechos y si los tuviere se cuenta con la autorización escrita para su reproducción.
- El documento no contiene citas o transcripciones de obras que carezcan de referencias bibliográficas debidamente citadas.
- Se incluye un párrafo donde los autores declaran cuál fue el aporte de cada uno de ellos al documento.
- Esta carta firmada debe ser adjuntada en el paso 4 del presente proceso de envío en formato PDF.

2. Presentación

- Una página en Word con los nombres y apellidos (nombre completo, apellido y segundo apellido separado por un guion) de todos los autores (sin cargos, ni grados académicos), filiaciones y correos electrónicos.
- Título completo del manuscrito en español e inglés.
- Título corto.
- Nombre del autor responsable de la correspondencia con su dirección completa, número telefónico y dirección electrónica.
- Direcciones electrónicas de todos los coautores.
- Texto, referencias y tablas en un mismo archivo junto con las leyendas de las figuras.
- Figuras en formato jpg o tiff en archivos individuales.

3. Estructura del artículo

Se incluyen

- El resumen en español e inglés (Abstract).
- Las palabras clave (máximo 6) en español e inglés (Key words).
- Introducción.
- Materiales y métodos.
- Resultados y Discusión para comunicaciones cortas.
- Discusión.
- Agradecimientos a colaboradores y a las instituciones u organizaciones que financiaron la investigación.
- Referencias.
- Declaración de conflicto de interés.

4 Información adicional: figuras

- Se incluyen como archivo independiente, cada figura en página aparte.
- Se incluyen las leyendas correspondientes al final del original.

Estas figuras deberán ser cargadas en el paso 4 del presente proceso de envío en formato JPEG o PNG.

5. Información adicional: tablas

- Se incluyen al final del original, elaborados en el modelo más sencillo de tablas del programa Word.
- Se ordenan secuencialmente.
- Se incluye el título correspondiente.

6. Referencias

- Se han seguido las normas de la revista de ACCEFYN en las instrucciones a los autores.

7. Abreviaturas:

- Se introducen entre paréntesis la primera vez que se usan.

8. Nomenclatura:

- Los nombres de género y especie están en letra cursiva.
- Los nombres de microorganismos, plantas y animales se escriben completos la primera vez que se citan, en el título y en el resumen.

9. Ética

- Todos los autores conocen y aprueban la presentación del manuscrito, su contenido, la autoría y el orden de la autoría.
- El manuscrito ha sido postulado solo a la Revista ACCEFYN y no se encuentra postulado ni ha sido publicado en otra revista.
- Si el artículo incluye la investigación en humanos o con animales se han seguido las directrices de la Declaración de Helsinki y el uso de primates no humanos en la investigación.
- Se incluye los agradecimientos a las instituciones u organizaciones que financiaron la investigación.

10. Revisores

Se suministran indicaciones sobre tres o cuatro posibles revisores con sus nombres completos, formación académica y direcciones de correos electrónicos

MINEDUCACIÓN

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

To our readers and authors

Focus and Scope

The Journal of the Colombian Academy of Exact, Physical and Natural Sciences (ACCEFYN) is a multidisciplinary quarterly journal that publishes high quality original research articles.

The journal publishes scientific articles in the disciplines of Biomedical Sciences, Behavioral Sciences (philosophy, psychology, anthropology, and sociology), Natural Sciences (Biology, Botany, Microbiology, Zoology, Ecology), Physical Sciences, Chemical Sciences, Earth Sciences (Geology, Environmental Sciences) and Mathematics. It is included in several national and international directories and indexing services like Actualidad Iberoamericana, Agris, CIRS (International Center for Scientific Research), Current Mathematical Publications, EBSCO, Dialnet, Historia Mathematica, Index Kewensis, Latindex, Mathematical Reviews, MathSciNet (on line data base), PERIODICA, SciELO Colombia, Online Computer Library Center – OCLC, Zentralblatt für Mathematik, Zoological Record, RLG. Within the Colombian citation system, the journal is register in Publindex (The Journal index Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias).

The journal´s website (**www.raccefyn.co**) allows free and open access to full-text articles with the purpose of contributing to the visibility, access and dissemination of Colombian scientific production.

The first issue was published in December 1936, year of the official creation of the National Academy, led by Jorge Álvarez Lleras. The journal has been edited 41 volumes since then.

Peer Review Process

Manuscripts that meet the author guidelines are welcomed. Manuscripts will be assessed by the editor in chief and associate editors' expert in the topic of the manuscript.

If the editors see fit, the manuscript will be sent to, at least, two peers knowledgeable in the topic of the manuscript. It is estimated the peer reviewing process will take around 90 days.

The reviewers can decide to a) accept the article without any modification, b) accept it if some recommendations are addressed, or c) reject the manuscript. If peers exhibit contradicting assessments, an extra reviewer will be approached to settle disparities and reach a final decision.

The corresponding author will be notified of the results of the peer review process. The author should return an amended version, along with a documenting reporting the response to the reviewers, four weeks after receiving the results of the reviewers.

If the author does not send these documents past the suggested time, the journal will assume the manuscript has been withdrawn. If the author send these documents past the suggested time, the journal takes the manuscript as a new submission and the reviewing process starts anew.

Accepted manuscripts are considered property of the journal. Thus, the journal is free to reproduce an entire manuscript or parts of it.

The journal is not responsible of the contents of the published manuscripts and related legal implications.

Publication Ethics and Publication Malpractice Statement

The journal abides by the *Committee on Publication Ethics* (COPE) standards. These guidelines can be consulted in the following links:

COPE guidelines on good publication practice:
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1753164/

COPE code of conduct:
https://publicationethics.org/resources/code-conduct

See document pdf (annex)

Open access policy

The journal enables open access to published articles via its website (**www.raccefyn.co**) to contribute to the dissemination, accessibility, and visibility of scientific work.

Author Guidelines

Research articles. A manuscript documenting the results of at least one experiment/study by following the following structure: introductions, methodology, results, discussion, conclusions, and references. Extra material can be reported as an appendix.

Brief articles. Manuscripts reporting the results of novel experiments/study in a succinct manner and that require prompt diffusion.

Inaugural articles or Review articles. Manuscripts reporting literature reviews on a topic. It is one requirement for the Academics to be admitted to the Academy

Letters to the editor. Manuscripts proposing critical comments, novel analysis or re-interpretations of published work.

Book reviews. Short manuscripts reporting a review of a book recently published within an area of interest to the journal.

Authors correction

Errata

Information for Authors

Authors should bear in mind the following

1. Submitted manuscripts must be original and of outstanding quality. They can be written in Spanish or English in an area related to the **Exact, Physical or Natural Sciences**. All works accepted will remain permanent property of the Colombian Academy of Exact, Physical and Natural Sciences so that such work can be published in hard copy or in electronic format, including web posting. (See transference of authors' rights).
2. The corresponding author will be required to state that the work is original, has not been published elsewhere, is not under review elsewhere and that co-authors agree as to the version submitted. Equally important, the corresponding author will be asked to state whether copyrights have been passed on to other parties. (See form for declaration of originality, conflicts of interest, and authors' rights).
3. It is assumed all listed authors have contributed substantially to the manuscript. Their order in the manuscript should be reached by agreement. Finally, each author's contribution should be explicitly stated. Collaborators whose contribution was not substantial (see above) should be mentioned in the 'acknowledgments' section (see http://www.icmje.org/ for a reference). Financial supports and grants should also be mentioned in this section.
4. The terminology used in the manuscript should follow that used in specific areas (we therefore recommend authors to consult specialised references in this regards as to their own fields of research). Scientific names should follow recommendations such as those stated, for example, by the International Code of Botanical Nomenclature and the International Committee on Systematics of Prokaryotes.

Submission and Presentation of manuscript

The manuscripts should be submitted using the website of the Academy: **http://www.accefyn.co**
The manuscript, including the title page, the abstract, tables with titles, graphics with descriptive legends, must be prepared in Microsoft WORD processor in double space. Use Arial font size 12 without justification. Do not forget to number the entire manuscript. Maximum extension 30 pages, 5,000 to 8,000 words.

The manuscripts must contain the following information:

1. A page in Microsoft Word with the names and surnames (complete name, first and second family name separated by a hyphen) of all the authors (without positions, and without academic degrees), academic affiliations and email addresses.
2. Complete manuscript title in Spanish and English.
3. Short Title
4. Abstract in Spanish and English using 250 or less words
5. Key words in Spanish and English not containing more than 6 words.
6. Name of the author responsible for all correspondence, including his complete address, telephone number and email address.
7. Electronic addresses of all the co-authors.
8. Text, bibliographical references, and tables in the same file together with the legends for all the figures.
9. Figures must be in jpg or tiff format.

Manuscript Structure

Introduction: there must be a clear description of the theoretical framework of the theme of the investigation, purpose of the article and justification of the study, indicating the limitation of the problem question.

Materials and methods: a description of the object of observation or experimentation, instruments or devices and the methodology employed in the study.

Statistical analysis: indicate the statistical methods used and the data analysis employed.

Results: these must be presented in a logical sequence, with the accompanying tables and figures with their respective explanations and analysis.

Discussion: emphasis must be given to those aspects of the study which are new and important, contrasting the results with the relevant information available in the recent literature and relate the conclusions with the proposed objectives. Mention must be made of the implications and limitations of the results found and a comparison of the relevant observations with that of other studies. The results and the discussion may also be presented in a combined form.

Conclusions: an up to date survey of the investigation. Mention can be made here of future objectives of the same line of investigation.

References: these citations must be verifiable. When a citation is made, indicate in the text the author, the year and page in the following way: last name of the first author and year of publication Pérez (1996). If there are only two authors use both last names Perez and Ribas (1996). If there are more than two authors use only the first last name followed by *et al*.

Reference list: alphabetically and following the examples

Journal article

Last name, A. A., Last name, B. B., Last name, C. C. (Year). Title. Journal name, **volume:** pp-pp.

Example

Kay, M.A., Glorioso, J.C., Naldini, L. (2001). Viral vectors for gene therapy: the art of turning infectious agents into vehicles of therapeutics. Nat Med., **7:** 33-40.

Book

Last name, A. A. (year). Title, City, Country: Publisher

Example

Salisbury, F. B., Ross, C. M. (1994). Fisiología Vegetal. Guadalajara, México: Grupo editorial Iberoamérica.

Book chapter

Last name, A. A., Last name, B. B. (Year). Chapter title. In A. A. Last name. (Ed.), Book title (pp. xx-xx). City, Country: Publisher.

Example

Guba, E.G. (1983). Criterios de credibilidad en la investigación naturalista. En J. Jimeno Sacristán y A. Pérez Gómez. La enseñanza: Su teoría y su práctica (148-165). Madrid, España: Akal.

Journal on line

Last name, A. A. (Year). Article title. Journal, **volume** (issue): pp-pp. Available in http:/ /www…or DOI

Examples

Cintrón, G., Lugo, A. E., Pool, D. J., Morris, G. (1978). Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. Biotropica, **10** (2): 110-121. Available in: http://www.jstor.org/pss/2388013

Gutiérrez-Vargas, J.A., Moreno, H., Cardona-Gómez, G.P. (2016). Targeting CDK5 post-stroke provides long-term neuroprotection and rescues synaptic plasticity. J Cereb Blood Flow Metab. doi: 10.1177/0271678X16662476

References web pages

Date of the access

Example

Guiry, M.D., Guiry, G.M. (2015). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available in http://www.algaebase.org., accesed in June 2015.

Tables and graphics: The tables and frames are called tables and carry an Arabic numeration in accordance with the order in which they appear. The corresponding title is placed on the upper part of the table and notes are placed in the lower part. Symbols for unit measures must appear in the column headings. If it is necessary to display some information, use lower case letters from the alphabet according to the appearance of the table: a, b, c, d, e, etc.

Photographs, graphics, pictures, or sketches are named figures, are enumerated in order of appearance, and their legends must be written in a separate page. With respect to microfiches, indicate the size of the augmentation used. People or their names should not be identifiable in photographs, unless written permission for their publication has been obtained.

When tables and figures have been taken from magazines or books, published in hard copy or electronically, specify the source and include the authorization for its reproduction from the respective publication.

Acknowledgments: These can be expressed to persons or entities who have aided in the realization of the work. Mention is made of persons and their type of aid provided, as well as to entities or institutions which have provided financial and material assistance. In case of investigative projects with financial support it suffices to mention the registry code and the entity, institution or foundation which provided the economic support.

Considerations

They will be published in the following issue to the announcement of the correction. They are responsibility of the authors. Errata are responsibility of the Journal.

Fabrication of evidence, data omission, duplicity of data or plagiarism will be penalized. The authors and their institutions, research center or university and sponsors will be notified.

Once the article has been accepted, it will undergo a style and format revision which will bring it to its definitive version. The authors will receive the galley proofs in PDF format for the correction of errors before its printing. The corrected version must be returned for final approval within a period of 48 hours. The manuscript must be accompanied with a letter to the editor informing him of the corrections that were carried out. The editor will inform the author of the date and volume number in which the publication will appear.

If the authors or co-authors, the editors or reviewers (evaluators) have some conflict of interest which may in any way influence the transparency and objectivity of the peer review process and publication, it must be so declared.

The most obvious conflicts of interest are those referred to as financial conflicts, which result between, employer-employee, investments, and patents, as well as honoraria, consulting, paid investigation by companies which depend on the investigative results, etc.

There also exist personal conflicts arising from friendships, animosity, academic competencies and passions in the moral or intellectual field (for example relatives in a company which will benefit from the results to be published, the use of the results for immediate promotion based on the published article, religious beliefs which are in direct conflict with the investigation that will be published, etc.).

Copyright Notice

Declaration of originality and transfer author's rights

The authors declare:

The published data and reference materials have been duly identified with their respective credits and have been included in the bibliographic notes and citations that have been so identified and that should it be required, I have all releases and permissions from any copyrighted material.

All material presented is free from any copyright and that I accept full legal responsibility for any legal claims relating to copyrighted intellectual property, fully exonerating from responsibility the **Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.**

This work is unpublished and will not be sent to any other journal while waiting for the editorial decision of this journal. I declare that there is no conflict of interest in this manuscript.

In case of publication of this article, all author´s rights are transferred to the **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,** and so cannot be reproduced in any form without the express permission of it.

By means of this document, if the article is accepted for publication by the **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,** the Revista assumes the right to edit and publish the articles in national and international indices or data bases for academic and scientific use in paper, electronic, CD-ROM, internet form either of the complete text or any other known form known or to be known and non-commercial, respecting the rights of the authors.

Transfer of author rights

In case the article is approved for publication, the main author in representation of himself and his co-authors or the main author and his co-authors must cede the author rights of the corresponding article to the **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, except in the following cases:

The authors and co-authors will retain the right to revise, adapt, prepare derived works, oral presentations, and distribution to some colleagues of reprints of their own published work, if the corresponding credit is given to the **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**. It is also permissible to publish the title of the work, summary, tables, and figures of the work in the corresponding web sites of the authors or their employers, also giving credit to the Revista.

If the work has been realized under contract, the author's employer has the right to revise, adapt, prepare derivative works, reproduce, or distribute in hard copy the published work, in a secure manner and for the exclusive use of his employees.

If the **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales** were approached for permission by a third party for using, printing, or publishing specifically articles already published, the Revista must obtain the express permission of the author and co-authors of the work or of the employer except for use in classrooms, libraries, or reprinted in a collective work. The **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales** reserves the possible use in its front cover of figures submitted with the manuscripts.

No other right, other than the author's right, can be claimed by the **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**.

Privacy Statement

The names and e-mail addresses appearing in the journal will be used solely for the purposes explicitly therein expressed and by no means will they be supplied to third parties.

Submission Preparation Checklist

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items, and submissions may be returned to authors that do not adhere to these guidelines.

1. Letter of submission, where it is stated that all authors have read and approved that:

- The submitted manuscript conforms in content, organization and presentation with established norms.
- The original article has not been previously published in any form nor has it been submitted to another journal nor will it be until an answer is received from the Editorial Committee.
- In the case the manuscript is accepted, it is then authorized to be published under the journal´s norms.
- The document may not be published without authorization of all copyrighted texts and figures.
- The document is fully cited in a list of references.

2. Appearance

- The first page written in Word with names and surnames (complete name, first and second surnames separated by a hyphen) of all authors (without job titles or academic titles), affiliations and e-mail address.
- Complete title of the manuscript in Spanish and English.

- Short title.
- Name of person responsible for correspondence with their complete address, telephone number and electronic address.
- E-mail of all coauthors.
- Text, references and tables in the same file together with legends of the figures.
- Figures in jpg or tiff format.

3. Structure of the article

The following sections are to be included:

1. An abstract should be included in both Spanish and English.
2. Key words (no more than 6) should be included in both Spanish and English.
3. Introduction.
4. Materials and methods.
5. Results and Discussion for short communications.
6. Discussion.
7. Acknowledgments to collaborators and institutions and organizations which financed the research.
8. Declaration of conflict of interest.

4. Additional information: Figures

- Each figure is included in a separate page in jpg or tiff format
- Corresponding legends are included in a separate page
- Figures should be charged in JPG o PNG format

5. Additional information: Tables

- Tables are included on a separate page and are presented in a simple manner as a Word table
- Tables are ordered sequentially

6. References

Citations must follow the journal ACCEFYN´s norms found in the authors´ instructions

7. Abreviations

The first use is introduced in parentheses

8. Nomenclature

- The generic and specific names are written in italics
- Names of micro-organisms, plants and animals are written out completely the first time that they are cited in the title and in the abstract.

9. Ethics and malpractice considerations

- All authors must know and approve of the form, content, authors, and the order of the authors
- An article that has been submitted to the journal ACCEFYN has not be submitted or published in any other journal.
- If the article includes research on human or animals have all authors read and followed the guiding principles of the Declaration of Helsinki and the use of non-human primates in the research?

10. Reviewers

List 3 or 4 possible reviewers with their complete names, academic background and e-mails.

MINEDUCACIÓN

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN