

# REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

LA ACADEMIA ES ORGANO CONSULTIVO DEL GOBIERNO NACIONAL

VOLUMEN XI

AGOSTO 20 DE 1961

NUMERO 43

PATRONO DE LA ACADEMIA:

SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

PRESIDENTE DE LA ACADEMIA: JESUS EMILIO RAMIREZ, S. J.

DIRECTOR DE LA REVISTA: LUIS MARIA MURILLO

## SUMARIO

### SECCION EDITORIAL

¿Qué Podríamos Hacer con la Escuela Primaria?, por Luis María Murillo . . . . .	V
Aniversario de la Pontificia Universidad Javeriana, por Luis María Murillo . . . . .	VIII
Importancia de la Ciencia en la Educación, por José Cuatrecasas . . . . .	IX

MUTIS, Su Influencia en la Cultura Nacional, por Alfredo D. Bateman . . . . .	XVII
---	------

### SECCION FISICA

El Campo Gravitacional Explicado por la Ecuación de Guden, por Darío Rozo M. . . . .	125
Las Ecuaciones en Diferencias Finitas en la Teoría de los Circuitos Eléctricos, por Gabriel Poveda Ramos . . . . .	131

### SECCION GEOLOGIA

Historia Geológica de Colombia, por Hans Bürgl, prólogo de Luis Guillermo Durán y esquema biográfico del autor, por Dabeyba de Cuervo . . . . .	137
La Teoría Anticlinal del Petróleo y la Filosofía Científica en América, por Luis Guillermo Durán S. . . . .	195

### SECCION ANTROPOLOGIA

Orfebrería Chibcha y su definición científica, por A. M. Barriga Villalba . . . . .	199
Anotaciones sobre Melíferos Sociales de la Familia BOMBIDAE (complemento del capítulo sobre orfebrería) . . . . .	213
Distribución Actual de las Plantas Narcóticas y Estimulantes usadas por las Tribus Indígenas de Colombia, por Néstor Uscátegui Mendoza . . . . .	215

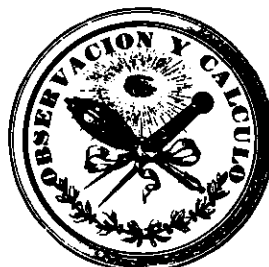
### SECCION PSICOZOOLOGIA

La Inteligencia de los animales, por Maurice Thomas . . . . .	229
---	-----

### N O T A S

Don Paco Montoya, por Luis Martínez Delgado . . . . .	245
In memoriam . . . . .	248
A la Memoria de Adolfo Crevecoeur, por J. de Wallasche . . . . .	249
Alrededor de la Teoría de la Relatividad . . . . .	252
La Ciencia Agropecuaria Francesa, por Daniel Mesa Bernal . . . . .	253
Nuevos Miembros de la Academia . . . . .	269
Constitución de la Academia . . . . .	270
Hacia un simple relevo . . . . .	272

(La responsabilidad de las ideas emitidas en la Revista, corresponde a sus autores).



EMBLEMA DE LA ACADEMIA MATRIZ ESPAÑOLA

SEDE DE LA ACADEMIA: OBSERVATORIO ASTRONOMICO DE SANTA FE DE BOGOTA  
CARRERA 8A., NO. 8-00 - BOGOTA, D. E. - REPUBLICA DE COLOMBIA

# REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

## SECCION EDITORIAL

### ¿QUE PODRIAMOS HACER CON LA ESCUELA PRIMARIA?

*"DEMOCRACIA: (Del gr. democratia; de demos, pueblo y Kratos, autoridad). a). Forma de gobierno en que ejerce la soberanía el pueblo. b). La clase baja o populacho de una nación".*

(“Nuevo Diccionario ilustrado de la Lengua Castellana”).

*"Plan de una escuela pública de Primeras Letras, en que igualmente deben ser admitidos los niños de todas las clases (...)"*

(Del Doctor Felipe de Salgar, cura de San Juan de Girón, Mayo 16 de 1789).

*"En el estudio de nuestra historia ha sido muy frecuente la utilización de la consabida frase: el prócer —o héroe— Fulano de Tal pertenecía a ilustre, acomodada y distinguida familia. O esta otra: de estirpe nobiliaria, se caracterizaba por sus virtudes, méritos, capacidades, etc. Cuando no la muy usual de: siendo de rancio abolengo, su personalidad se destacaba por... Lo que invariablemente está demostrando que nos han hecho una historia familiar y de clase. Porque no admite contradicción la tesis de que la historia nacional no la han hecho ni los apellidos, ni los privilegios, ni los predestinados, ni los iluminados, ni los potentados, ni mucho menos —siguiendo la teoría tomística— los providenciales. La historia nuestra la hemos hecho todos. Mal o bien, pero todos. Y en primer lugar y como esencial actor, el pueblo. E incontrastablemente tiene que ser así si es que nos llamamos democracia. De lo contrario, sería la historia de una monarquía, de un protectorado, o de lo que sea, menos de una República".*

ARMANDO GOMEZ LATORRE

(“EL NIÑO QUE APRISIONO A BARREIRO”)

Cuando hace algunos meses almorzaba en casa de un joven e inteligente periodista<sup>1</sup>, que más tarde llegaría a ser ministro de educación, aun no conocía yo el Plan de las Escuelas Doctrinales del nobilísimo cura de San Juan de Girón. Entonces ocurrió un hecho intrascendente que, sin embargo, me ha dado pie para escribir estas líneas; y es que entre un hermoso bebé del ministro y un albañil que reparaba algún desperfecto de su casa, se cruzó un diálogo de sonrisas, que motivaron esta observación de mi parte: “Si hubiera un medio de establecer permanentemente entre los distintos grupos sociales una relación como esta que se insinúa entre el niño y el albañil, habríamos inventado el método de acabar con las luchas de clases...”.

Así no puedo dejar de citar algunos apartes de ese documento de la “Enseñanza Elemental Privada en Tiempo de la Colonia”, y cuya reproducción debemos a la admirable recopilación sobre “LA EVOLUCION EDUCATIVA EN COLOMBIA”, del doctor Luis Antonio Bohórquez Casallas.

<sup>1</sup> Esta nota fue escrita al imprimirse el presente número de la Revista (N. de la D.).

Pudo proponer el cura don Felipe de Salgar en esa época de celosas represiones aristocráticas, cosas que quizá no se atreverían a insinuar muchos en este "avanzado" siglo, como aquellas de su plan, que transcribimos a continuación, y que contiene, además, consejos a los maestros, que hoy hacen mucha falta:

"1. Sería cosa ociosa, manifestar aquí la necesidad de una escuela pública de primeras letras, en los lugares cabezas de provincia y de una población regular. Todo el mundo conoce su utilidad y es uno de los preceptos más recomendables de nuestras leyes patrias".

"2. El que se dedica al estudio de las ciencias, como el que ha de seguir el del comercio, igualmente que el labrador y el artesano, todos tienen necesidad de aprender a leer, escribir y contar. En el curso de la vida civil a todo hombre de cualesquiera condición que sea, no faltan negocios en que ejercitar desde luego los primeros principios que aprendió en las escuelas".

.....

"4. El deseo de evitar estos inconvenientes y el celo por el bien de un lugar que amo por preferencia, me hacen presentar el siguiente Plan de una Escuela Pública de Primeras Letras, en que igualmente deben ser admitidos los niños de todas las clases; pues mi ánimo es, y mis votos conspiran generalmente por la utilidad de todos los que componen el lugar sin distinción de rico, ni pobre, de noble o plebeyo; debiéndose encaminar el celo de los Magistrados más en beneficio de estos últimos, que por escasez de sus facultades carecen casi siempre de la precisa instrucción en el manejo de sus negocios, sin dejar de constituir por eso la mejor porción de la República".

"5. Los niños, como que tienen las facultades del ánimo poco acostumbradas a reflexionar, se mueven más bien por lo que se les presenta de bulto. Por esta razón es una de las reglas más acertadas, acostumbrarles desde luego a contemplar materialmente ejemplos de virtud y cristianidad. Los maestros son pues los que deben presentarles semejantes lecciones en una vida pura e irreprochable".

"6. Así debe elegirse para maestro, Regente de la Escuela, un hombre de conocida probidad y buena conducta. De otra suerte el mal ejemplo cundiría en los discípulos, y el maestro no acertaría a reprenderlos de unos vicios de que él mismo se hallaba contaminado".

.....

"10. Cuidará el Regente con mayor celo, reprendiendo y castigando irremisiblemente a cualesquiera que faltando al respeto y buena armonía que debe reinar entre los individuos de la Escuela, insultase a otro de palabra, o por vía de hecho; será uno de los cuidados más preferentes hacer que los niños de buena estirpe, no sean osados a injuriar con mofas, ni malas palabras a los de baja extracción, ni se mezclen con ellos, sino para enseñarles aquello que ignoren, o auxiliarles en lo que necesiten por efecto de la generosidad que debe ser propia de la gente noble".

"11. De este modo se irán acostumbrando los niños blancos a mirar bajo perspectiva que conviene, a los otros hombres de clase inferior, y se borrarán del todo las perniciosas preocupaciones que reinan aún contra los artesanos y menestres indígenas de una nación civilizada".

"50. Por su parte debe también el maestro manifestarse seriamente interesado en el adelantamiento de sus discípulos, considerándolos como plantas tiernas que se han fiado a sus desvelos y cuyos padres han descargado en él todas sus veces".

"51. Si él es, como debe suponerse, amante del bien público y de la prosperidad de su patria, cuidará forzosamente en manifestar su celo, haciendo que sus hijos acostumbren desde su más tierna edad a honrarla con sus talentos y virtudes. Tamaño encargo es de suma importancia, y no es menos digno de elogio el maestro de escuela que sabe dirigir y formar las costumbres de sus ciudadanos interiormente, que el general que hace respetar la nación de sus enemigos. Este debe a aquél toda su gloria".

"San Juan de Girón, mayo 16 de 1789".

Este singular estatuto del célebre cura, era la natural expresión de la moral católica, frenadora, en muchas circunstancias, del desbordamiento de las costumbres. Pero eran demasiado hermosos sus ideales para que subsistieran. Más fuerza tenía el culto a la nobleza de los abolengos y de la posesión de la riqueza, de la cual eran cancrberos defensores los primeros colegios, "que tenían por objeto la educación de las clases altas"; así se les exigía a los alumnos, como condición indispensable, presentar los comprobantes de limpieza de sangre. Y para proteger por todos los caminos esta puridad, a fines del siglo XVIII se establecieron servicios de maestros trashumantes, bien examinados como "hijodalgos", que no tuvieran "mezcla de otra mala sangre, como es moro o turco", para que dictaran clases "en las casas de las principales y más ricas familias".

Al advenimiento de la república debía terminar el predominio aristocrático; pero como es condición humana la superación del amor propio, vinieron otras aristocracias como las que da el imperio del dinero, que al principio de este siglo se conocía como "High-Life", en contraposición a los "lobos", que era algo así como lo que corresponde a nuestra clase media económica, clase que sólo en Francia está agrupada en el sitio que le corresponde, como directora espiritual y de rancias costumbres. En esta época los muchachos huérfanos de fortuna, pero con alas en su inteligencia y en su corazón, inventaron otra aristocracia que definían como del "talento".

En todo caso, por uno o por otros modos, las viejas aristocracias y las nuevas, borrarón esa justa y maravillosa creación del cura y doctor don Felipe de Salgar. Y es lástima, porque esas escuelas formadas como el sabio sacerdote pretendía, hubieran sido la mejor manera de acabar con las tremendas luchas, no tanto motivadas por las graves diferencias económicas, como por lo que entrañan de patronaje y de servilismo.

Quizá la valerosa imposición de escuelas primarias a donde vayan los hijos de todas las clases sociales, sea el vaso comunicante que tienda a nivelarlas con la feliz represión de los odios de clases que cada vez amenaza peor la tranquilidad de la nación, porque los niños, al forjar sus primeras amistades, establecen relaciones más humanas que las que en vano tratan de crearse por medio de "buenos consejos", derivados de leyes o de admoniciones sindicales. Por otra parte, sería conveniente que la acepción etimológica de "democracia", definiera con justicia y exactitud las normas reales de nuestra república.

LUIS MARÍA MURILLO

Febrero de 1962.

## UN ANIVERSARIO DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

La Dirección de esta revista se ha vinculado al homenaje que se ha tributado a la PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA al cumplir 30 años de su restauración. No se ha pretendido hacer con este acatamiento, como alguien pudiera maliciar, una demostración de adhesión religiosa, extraña, por demás, al carácter de estas páginas, sino un relevado, emocionado acto de acatamiento a una fábrica respetable de cultura del país.

En efecto: hace contraste esta gran Universidad —con su admirable y severo conjunto de facultades a donde concurren con regularidad, muchachos y muchachas de todas las regiones y clases sociales del país, dirigidos por una flor y nata de profesores sabios y humanistas—, con otras, sometidas a frecuentes convulsiones de origen político, que entorpecen las funciones docentes y arruinan la orientación y vocación de la juventud.

No nos produce alergia el sentido político de izquierdas o derechas que pueda presidir los movimientos estudiantiles, y al cual somos indiferentes; simplemente pensamos que sería mejor que la empresa docente obrara sola y por todo el tiempo justo, para entregar a la sociedad al hombre formado, libre y responsable, con todos sus actos y sus ideas, entonces sí dignos de respeto y consideración. En los Estados Unidos los estudiantes no intervienen jamás en política; entre nosotros se ha vuelto costumbre hacerlos intervenir en ella como acicate decidor de todos los problemas.

Estos reparos no son un veto a una cátedra absolutamente libre, de la cual somos partidarios, para que el profesor de izquierdas o derechas diga y exprese todo su concepto, no como tribuna política, sino como manifestación libre de su pensamiento, sin proselitismo.

Quizá pudiera objetarse que en la Universidad Javeriana no existe una cátedra verdaderamente libre, pero podríamos decir que no fue esta la causa formal de nuestro homenaje, sino su severa estructura moral y su elevada responsabilidad lo que nos ha conmovido. Pensamos que todos los sistemas políticos propuestos para la felicidad del hombre serían aceptables, si fueran presididos por rígidos principios morales, honestamente aplicados.

Enviamos al Padre Félix Restrepo, fundador de la Universidad Javeriana, y al Padre Jesús Emilio Ramírez, su rector actual —sabios y magníficos doctores—, nuestras felicitaciones en esta efemérides de la ilustre institución.

LUIS MARÍA MURILLO

# IMPORTANCIA DE LA CIENCIA EN LA EDUCACION

Cuenta Baltasar Gracián por boca de Critilo, que luego que el supremo Artífice tuvo terminada la fábrica del Mundo, trató de distribuirla entre sus futuros moradores a cuyo efecto los convocó a todos, desde el elefante hasta el mosquito. "Fuéles mostrando los repartimientos y examinando a cada uno, cuál de ellos escogía para su morada y vivienda. Respondió el elefante que él se contentaba con una selva, el caballo con un prado, el águila con una de las regiones del aire, la ballena con un golfo, el cisne con un estanque, el barbo con un río y la rana con un charco. Llegó el último el primero, digo el hombre y, examinado de su gusto y de su centro, dijo que él no se contentaba con menos que con todo el universo y aun le parecía poco. ¡Oh monstruosa codicia de los hombres! Obliga todos los elementos a que le tributen cuanto abarcan, el aire sus aves, el mar sus peces, la tierra sus cazas, el fuego la sazón para entretener, que no para satisfacer, su gula. Y aun se queja de que todo es poco!"

¿Qué escribiría Gracián si hoy viviera y contemplara a cuanto ha llegado la humanidad en la conquista de la naturaleza, si presenciara el presente espectáculo de los hombres disputándose entre sí mismos por el dominio y el monopolio del espacio sideral? ¿Qué diría ese maravilloso disecador de los instintos humanos ante las atroces luchas de los hombres no sólo para posesionarse de partes de la tierra sino ya para coger hasta la luna?

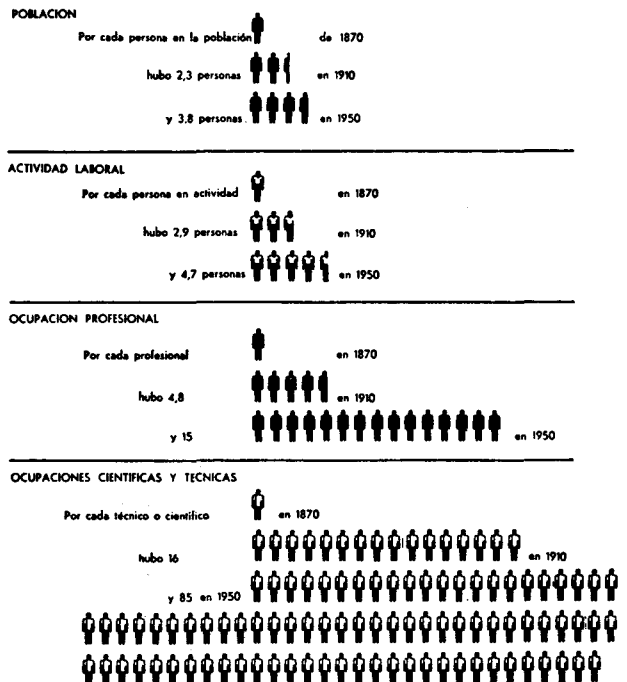
Los adelantos de la ciencia han permitido en los últimos tiempos innumerables conquistas materiales culminadas con la espectacular bomba atómica. El carácter revolucionario en el orden cultural de este invento no se oculta a nadie. La culminación de los maravillosos trabajos en la física teórica y experimental que siguieron al descubrimiento por Becquerel (1896) de los elementos radioactivos y de la fisión nuclear en 1939 por Hahn y Strassman en Berlín, fue el desarrollo, en gigantesca y secreta organización científico-técnica, de la famosa bomba atómica, cuya sensacional explosión sienta una nueva época en la historia.

No hay duda de que el desarrollo de la bomba atómica fue la única oportunidad para los físicos de llevar a cabo importantes descubrimientos científicos. La necesidad de ganar la guerra hizo que los gobiernos de las grandes potencias dedicaran a la investigación para producir nuevas y más poderosas armas, recursos fabulosos, con que nunca los científicos hubieron podido soñar en circunstancias normales. Mucho se ha discutido sobre el derecho moral de los científicos a contribuir en el grado en que han contribuido o siguen contribuyendo a la maquinaria, cada día más aterradora, de guerra entre los hombres. No es mi objeto en este lugar y momento desarrollar este punto. Permítaseme solo indicar que quizás no está en mano de los científicos, o de cada uno aisladamente, pronunciarse a este respecto y, por otra parte, que la responsabilidad del daño causado por las armas recae en quienes ordenan dispararlas. No creo que haya que culpar la ciencia o la ingeniería por la existencia de

máquinas mortíferas, sino a los sistemas sociales que posibilitan su uso. Estoy convencido de que los partidarios de la paz constituyen la inmensa mayoría en el mundo y que los amantes de imponerse por la violencia son una limitada minoría. El problema crucial de la humanidad consiste en eliminar esta minoría que como un cáncer corroe y perturba el bien vivir del género humano. El conocido químico inglés John Read dice: "A los líderes políticos y morales de la humanidad corresponde el que la ciencia se emplee en su bien y no en su perjuicio: en este punto radica el mayor problema de la civilización hoy día. El hombre ha de aprender a controlarse a sí mismo, así como ha aprendido a controlar la Naturaleza".

Los avances más espectaculares de la ciencia se han hecho en el campo de la física atómica, pero de inmensa importancia son también los llevados a cabo en otras esferas del conocimiento y del progreso, como son en la química y la biología, con extraordinarias implicaciones en la industria y en la medicina. Ejemplo son infinidad de productos industriales, textiles sintéticos, plásticos, vitaminas, hormonas, antibióticos, bacteriostáticos. El progreso de los conocimientos en el funcionamiento del

INCREMENTO DE LA MANO DE OBRA, DE LAS PROFESIONES Y DEL EMPLEO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA EN RELACION CON EL AUMENTO DE LA POBLACION TOTAL EN EEUU. DESDE 1870 A 1950.



cuerpo humano, de su fisiología, de los procesos infecciosos, de los mecanismos de autodefensa, glándulas de secreción interna, etc., son extraordinarios en lo que va de siglo. También lo son los relativos al estudio de la estructura y fisiología celular y sus relaciones con la herencia, la taxonomía y la evolución de las especies.

Se cree que después del gran salto que han dado las ciencias físico-matemáticas, les toca ahora ascender

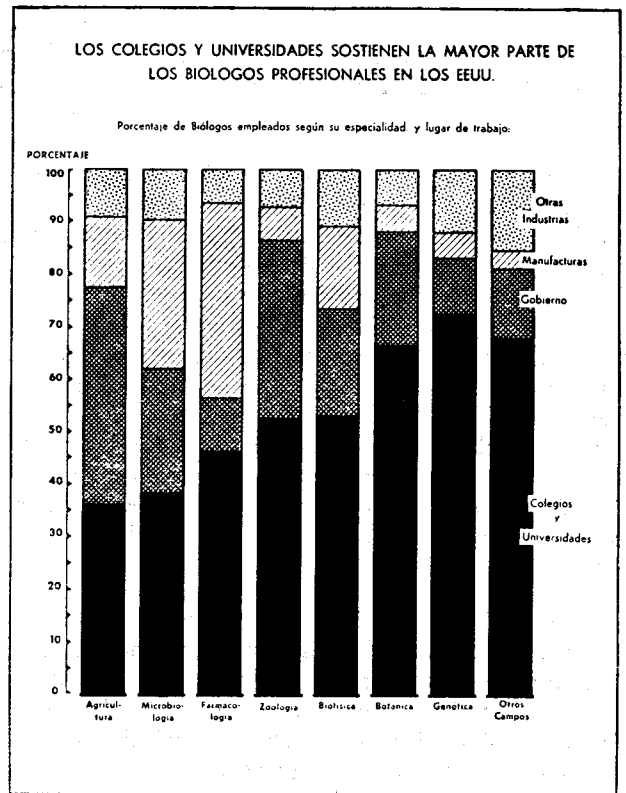
a las ciencias biológicas, las cuales con el auxilio de las físico-químicas, descubrirán horizontes insospechados y quizás más sensacionales que el de la bomba atómica. Este es el campo inmediato de investigación que ofrece las mayores perspectivas a los jóvenes de vocación.

Confiemos también que las ciencias sociológicas experimenten próximamente progresos de tal orden que permitan librar la humanidad ya no de las enfermedades físicas sino de las psicológicas, causa de las mayores calamidades.

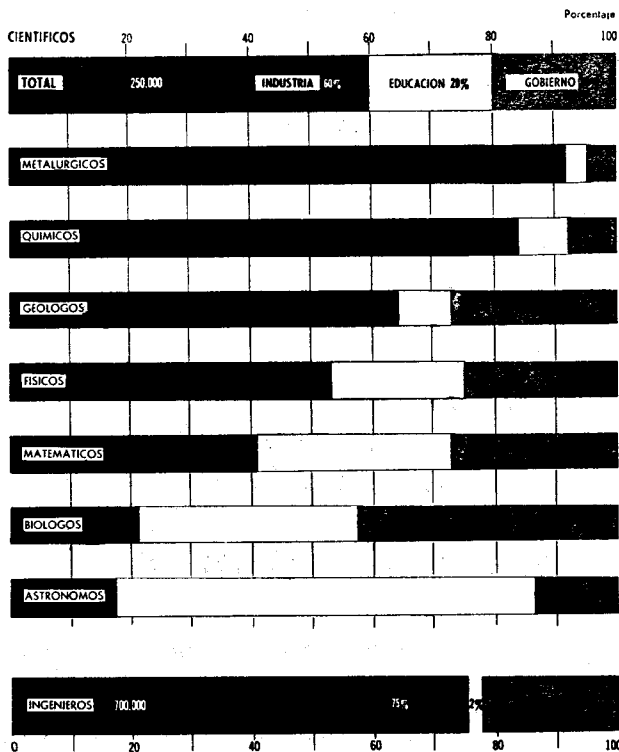
No es aquí el lugar de enumerar los progresos de la ciencia y de la explotación de sus aplicaciones tecnológicas en esta fecha. Quiero recalcar que este progreso es una patente realidad y que es incontenible. La humanidad está situada de tal modo, que todo pueblo que quiera seguir viviendo en forma convencionalmente civilizada y medianamente independiente, necesita incorporarse lo más posible al movimiento científico mundial, tomando parte activa en la investigación e informándose de las adquisiciones de la ciencia moderna. Los pueblos que se aisen de esta actividad quedarán rezagados y dominados.

De aquí que hoy día se esté estableciendo una inmensa competición por el predominio técnico y científico entre las grandes potencias. Estas en su afán de dominar al resto del mundo o de controlarlo, o de evitar el ser dominado, están tratando de emplear los mayores recursos posibles con grandes sacrificios económicos al fomento de la investigación científica.

gía y ciencia aplicada, que por la ciencia pura. No obstante el predominante desarrollo de la tecnología, hasta en las Universidades, esa política dio margen a que la ciencia pura pudiera florecer. Aparte del gran desenvol-



LA INDUSTRIA EMPLEA MAS DE LA MITAD DE LOS CIENTIFICOS E INGENIEROS EN LOS EEUU.



Una política inteligente ya tradicional en los Estados Unidos, ha considerado que la base más sólida del progreso y de la expansión económica del país era la ciencia, si bien ello era más bien un respeto por la tecnolo-

vimiento industrial de los Estados Unidos anteriormente a la era atómica, este país cuenta con magnífica tradición científica a veces ignorada en otros países, representada por hombres de tal talla como son Benjamin Franklin, Joseph Henry, J. Willar Gibbs, Thomas H. Morgan, Thomas Harriot, Benjamin Thompson, Thomas Cooper, W. T. G. Morton, L. J. R. Agassiz, J. D. Dana, Assa Gray, etc.

La preocupación por el avance científico, industrial y cultural en los Estados Unidos se manifiesta en el gran número de universidades, institutos y centros dedicados a la enseñanza e investigación, sostenidos por entidades particulares, empresas industriales y los propios estados y municipios. A esta gran difusión de centros de enseñanza y de investigación, a la protección que les dispensaron los poderes públicos, se debe el florecimiento de los estados y el papel preponderante que ellos han podido y pueden desempeñar en el concierto de los pueblos del mundo.

Según H. C. Kelly, del Programa de Educación de la National Science Foundation, "El éxito de los Estados Unidos en sus extensas responsabilidades en el manejo de los asuntos mundiales, en mantener su supremacía tecnológica, en preservar la libertad y en aumentar el bienestar del pueblo, depende en gran medida de la calidad de la educación que proporcionemos a nuestra juventud. Necesitamos especialistas bien experimentados en todos los campos para encarar los complejos problemas que presenta un mundo que se transforma. Necesitamos científicos creadores e ingenieros de primerísima calidad y técnicos de extremada competencia. Además, por la necesidad de adaptación a esta

nueva era tecnológica todos nosotros deberíamos iniciarnos en los rudimentos de la ciencia como parte de nuestra educación general. El problema básico de los Estados Unidos para mantener su actual posición en el mundo consiste en asegurar una instrucción de alta calidad en el próximo período que comprenderá una matrícula enormemente crecida”.

El volumen de la actividad científica en los Estados Unidos ha aumentado en forma fabulosa en los últimos años. En 1930 se estimaba en 166 millones de dólares la suma dedicada a la investigación científica. En 1953 se eleva a 5.000 millones la cantidad dedicada a las labores científicas. El número de científicos activos en los Estados Unidos era de 46.000 en 1930, mientras que en el presente probablemente excede de los 250.000. Todo hace pensar que este aumento continuará a un paso acelerado. Es interesante considerar que el gran distanciamiento que existía antiguamente entre los conocimientos estrictamente científicos y los problemas prácticos se ha reducido considerablemente. Es frecuente hoy día en las industrias el planeamiento teórico de los problemas antes de pasar a la proyección práctica y a la producción; es decir que hay gran tendencia a reducir el empirismo en las empresas.

La bomba atómica, producto del cálculo científico comprobado experimentalmente elevó a gran prestigio el cultivo de la ciencia pura, y esto ha facilitado la protección a la llamada *ciencia básica*, es decir la investigación que trata de descubrir y explicar nuevos fenómenos sin pensar en su inmediata aplicación práctica. El propio Congreso de los EE. UU. reconoció la importancia de la *ciencia básica* al crear en 1950 la Fundación científica Nacional, dirigida principalmente a “desarrollar una política nacional para promover la investigación científica básica y la educación en las ciencias”. “Como continua búsqueda de nuevos conocimientos, la investigación básica presenta características que la distinguen de otras formas de actividad científica. La investigación básica está sistematizada y no tiene otra dirección que la que le imprime el propio investigador para ir descubriendo lo desconocido. El científico actúa por sí mismo guiado solo por su interés en desentrañar los secretos de la naturaleza”. (Basic Research a National Resource, 1957). Las apropiaciones del Congreso para la Fundación han aumentado progresivamente desde 225.000 dólares que recibió el primer año a 40 millones en 1957 y pasará a más de 100 millones en 1958.

Resultado de una encuesta llevada a cabo por NSF, se estima que había un total de 900.000 científicos e ingenieros empleados en 1943-1954, de los cuales solo una tercera parte estaba dedicada a investigación y desarrollo. Se calcula que el gasto de las instituciones en el sostenimiento y desarrollo de los programas de investigación en ciencias naturales (físicas y biológicas) alcanzó a 5.400 millones de dólares en dicho año. La suma gastada en ciencia básica se calcula en 435 millones, es decir, el 8% del total que es una cantidad bastante respetable.

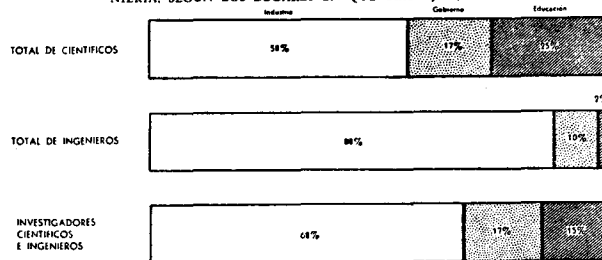
Debido a las obligaciones de defensa nacional, la mayor parte de los fondos mencionados proceden del Gobierno Federal, el cual sufraga más de la mitad de los 5.400 millones. Las empresas industriales suministran otra gran parte de los fondos, mientras que la

aportación económica de las instituciones educacionales o filantrópicas es comparativamente pequeña.

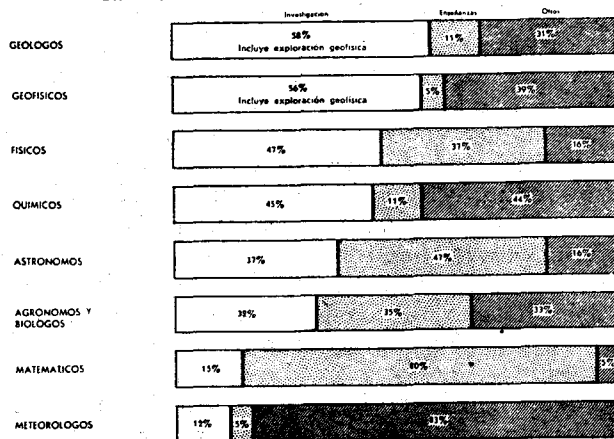
Es de la mayor importancia el señalar que las empresas industriales contribuyen en una gran parte a estas actividades científicas. Se calcula que ellas consumen las tres cuartas partes del total dispendiado por la nación y contribuyen a la financiación en un 60% de su trabajo con sus propios recursos. Las instituciones culturales llevan a cabo sólo un 10% del trabajo científico total, pero en cambio es muy importante su participación cuando se considera separadamente la ciencia básica, en cuya producción representan el 50%.

En cuanto a la parte que le toca a las ciencias biológicas en estos presupuestos servirán de ejemplo las siguientes cifras. La suma gastada en el año 1955 por el Gobierno de los Estados Unidos en los programas de investigación y desarrollo fue de 2.291 millones. De ellos 206 millones, es decir el 9%, recayó en las ciencias biológicas, cuyos trabajos son llevados a cabo en su mayor parte en las universidades.

DISTRIBUCION DE TODOS LOS CIENTIFICOS DE LOS EEUU INCLUYENDO INGENIERIA, SEGUN LOS LUGARES EN QUE TRABAJAN; PORCENTAJES.



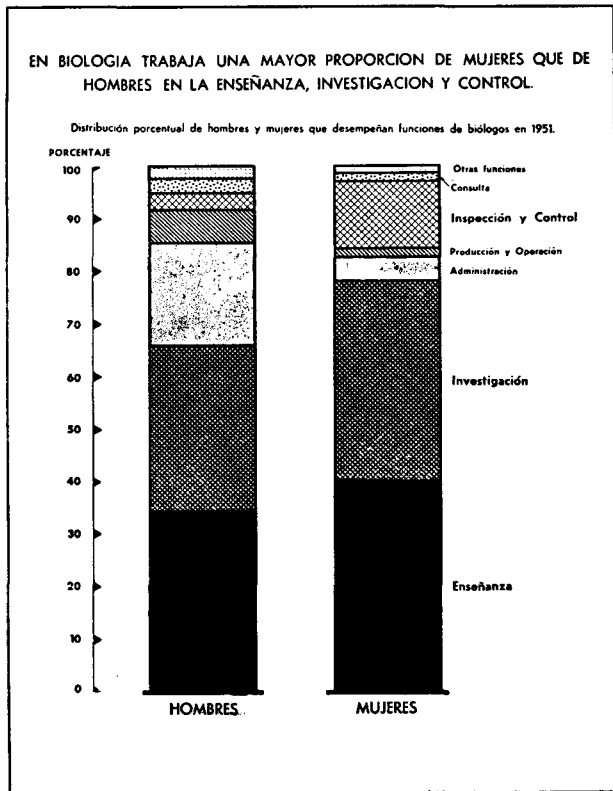
DISTRIBUCION DE CIENTIFICOS SEGUN PROFESIONES, PORCENTAJES.



Otro ejemplo que demuestra la importancia que en el mundo ha adquirido la instrucción científica lo ofrece la Unión Soviética, en cuyo país el fenómeno es de una máxima ejemplaridad dado el estado de atraso y de analfabetismo en que se encontraba la mayor parte de la población hacia el año 1920. Recientes estadísticas indican unos 540.000 ingenieros y 190.000 científicos en la Unión Soviética, resultado de un tremendo esfuerzo nacional para proveer a la economía del país de dirigentes capacitados. En cambio en 1930 sólo existían 41.000 ingenieros. Es de señalar que un 20% de este personal son mujeres. En 1954, los graduandos comprendieron unos 53.000 en ingeniería, unos 18.000 en agricultura y veterinaria, 24.000 en ciencias médicas, 70.000 en educación y 8.000 en ciencias sociales. Los informes



coinciden en considerar que los profesionales soviéticos reciben una instrucción de alta calidad, si bien que especializada. Respecto al esfuerzo de Rusia en educación pública el Almirante H. G. Rickover declara lo siguiente (The Balance Sheet on Education, 1957,

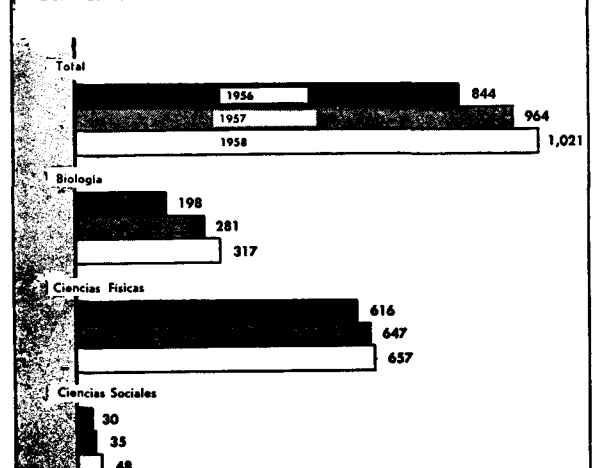


a la educación que se da a sus niños, que bien se puede decir que este grado es función de la educación. Un país sensato sabe que la mejor inversión para el futuro es el dinero gastado en escuelas. Todos los países educan sus hijos, ya informalmente, amaestrados por el padre p. ej., como en pueblos agrícolas o artesanos primitivos, o formalmente en escuelas como en los países modernos. Cada etapa de la historia ha requerido su sistema de educación. La vida no es estática; tampoco puede serlo una nación. Esta o bien avanza o va para atrás y desde luego se retrasará si pretende estacionarse. Por estas razones, la educación debe vigilarse continuamente para asegurar que produzca la gente de la calidad necesaria a cada momento y tiempo”.

Los datos estadísticos antes citados con cifras que parecen fabulosas, se han mencionado sólo para llamar la atención sobre la importancia que tiene la ciencia y sus múltiples ramificaciones de aplicación a las industrias de paz y de guerra. No deben servir para creer que el desarrollo técnico y científico es sólo obra del dinero. Este es un medio importante y sin disponer de grandes sumas no se hubieran podido realizar ciertos proyectos (p. ej. la bomba atómica). Pero hay miles de problemas de orden científico que pueden tratarse con fondos modestos al alcance de cualquier país y de muchas instituciones. Uno de los problemas que más preocupa hoy día en los Estados Unidos es el de la instrucción científica,

pág. 21): “El que Rusia ha tenido un extraordinario éxito en su reorganización del sistema educativo es evidente. De entre los campos en que ha querido distinguirse, el de la educación es el mejor. En otros campos es dudoso. Pero una nación sobrevive hoy día más por disponer de excelentes científicos e ingenieros que de buenos médicos y abogados. Me he entretenido en hacer algunos números y comparaciones entre población y asistencia a universidades y he llegado a la conclusión de que Rusia en proporción a su población está instruyendo doble número de profesionales que nosotros. Incluyo todas las profesiones, es decir médicos, científicos, músicos, etc. Si estas cifras son correctas, y no hay razón para dudar de ello, su significación es obvia. En sólo 20 años ha conseguido no sólo reformar su sistema escolar que estaba ruinoso, sino elevar a una categoría académica una gran proporción de su población infantil, de tal modo que le permite enrolar en sus universidades una proporción de doble número de estudiantes al de cualquier nación occidental”. “¿Qué vamos a pensar de Rusia, donde del 8 al 12% de su juventud estudia profesiones universitarias? ¿No refleja ello que dedica más del 6% de sus ingresos brutos a la educación? Cuando un país de un nivel de vida tanto más bajo que el nuestro gasta tal proporción de sus ingresos en educación, es necesario detenerse y reflexionar”. Y prosigue con las siguientes nociones generales, cuyas ideas las tengo imbuídas por haberlas meditado muchos años, pero las copio porque así quedan expuestas con la autoridad de quien es reflejo de la política cultural de la gran nación norteamericana: “El grado de progreso o declinación de un país está tan íntimamente unido

INVESTIGACION CIENTIFICA EN EEUU FONDOS GASTADOS EN MILLONES DE DOLARES POR EL GOBIERNO EN INVESTIGACION CIENTIFICA EN UN AÑO.



CAMPOS CIENTIFICOS	AÑOS FISCALES		
	1956 (actual)	1957 (estimado)	1958 (estimado)
TOTAL	844	964	1,021
Biología	198	281	317
Biología Pura	55	71	80
Biología Médica	99	158	177
Biología Agrícola	44	53	59
Ciencias Físicas	616	647	657
Física Pura	155	206	208
Matemáticas	6	7	8
Ingeniería	456	435	441
Ciencias Sociales	30	35	48

dada la necesidad de sostener el actual tren de producción. La competencia por una supremacía indiscutida entre las dos mayores potencias, convierte en urgente esta necesidad de acelerar la producción de técnicos. En los EE. UU. se están estudiando planes para favorecer la enseñanza de las ciencias y hay varios proyectos en el Congreso para tratar de incrementarla.

Pero se levantan muchas voces autorizadas pidiendo cautela y comprensión de los problemas de la educación. Así comenta el físico Walter C. Michels: “Antes de pre-

cipitarnos a aprobar un programa destinado a persuadir a más estudiantes para que estudien física... ¿no será mejor que veamos si lo que necesitamos es más bien un perfeccionamiento en calidad que no un aumento en cantidad?" Además, agrega que la física debe enseñarse como base de educación general, "puesto que la comprensión de la ciencia es tan importante hoy día a un hombre de negocios, como a un abogado, a un político o a cualquier ciudadano, como lo es el conocimiento del idioma, de la literatura o de la historia política".

Lo mismo se puede decir de la biología. No se concibe ningún hombre culto sin conocimientos básicos de biología. Pero los fenómenos biológicos están regulados por acciones y fenómenos físicos y químicos. Por otra parte, las ciencias sociales que están naciendo necesitan nuevos impulsores con nuevas ideas. Las profesiones liberales clásicas y las nuevas que han surgido a la luz de la ingeniería moderna, necesitan rigurosa formación científica para que puedan ser debidamente dominadas. Por ello se exige una preparación en ciencias básicas que debe iniciarse en la escuela elemental y proseguirse en la secundaria. Pero esta enseñanza ha de ser más bien cualitativa. Ha de concentrarse más en la explicación de los principios y mecanismos fundamentales de las ciencias, que extenderse en una acumulación memorística de datos. Y ha de preparar a los jóvenes para la función de saber pensar entrenándolos en el hábito de desarrollar trabajos de investigación.

Por otra parte no se crea que el énfasis que se hace en esta disertación sobre la necesidad del cultivo de las ciencias y de la intensificación de su enseñanza sea en detrimento de las humanidades y de las bellas artes. Nada más erróneo que creerlo así. La insistencia en que se propague la educación científica es especialmente en los países latinoamericanos en donde hay una tradición cultural inclinada a las humanidades y a espec-

tos teóricos de las ciencias. Diría más, que cuanto existe del cultivo de las humanidades debe conservarse y aun ampliarse y mejorarse, sólo que la instrucción se debe completar con todo aquello que pueda darse de ciencia a los educandos. A unos para proporcionarles la oportunidad de conocer los fundamentos de unas profesiones que puedan atraerlos a su campo. A otros les proporcionará solidez a su cultura que sin ciencia sería incompleta, pero que con ella les permitirá comprender muchos problemas de la vida, de la sociedad y de la política con los que en algún momento de la vida se enfrentarán.

Por otra parte es evidente que las escuelas y universidades no han de ser fábricas de científicos mecanizados que desconozcan las grandes realizaciones románticas de la humanidad y que sean indiferentes a las profundas inquietudes sociales que nos conmueven. Las humanidades deberán seguir en los planes de estudio en su completa representación y adecuado desarrollo. Los fundamentos de matemáticas no habrán de desplazar las lecciones de filosofía del arte. De la calidad de los maestros dependerá el que en la integración de todos los elementos de la cultura cada uno de éstos reciba el debido tratamiento en los currículos. Hay elocuentes muestras de capacidad en realizaciones educativas, científicas y artísticas en América Latina verdaderamente alentadoras.

Pero es manifiesta la necesidad de que se amplíen las facilidades de educación general haciéndola asequible a todos los ciudadanos, aumentando las posibilidades de formación en cada país de suficiente número de profesionales en todas las ramas, capaces de enfrentarse con todos los problemas y necesidades de la nación. Sólo así se vigorizará la propia cultura básica manteniéndola a un nivel universal y con ella la producción y la economía, fundamentos de un permanente y creciente bienestar espiritual y físico. Sólo así será posible la subsistencia de cada nación.

JOSÉ CUATRECASAS

**JOSE CELESTINO MUTIS**

# LA INFLUENCIA DE MUTIS EN LA CULTURA NACIONAL

*Conferencia dictada por el Académico Alfredo D. Bateman,  
en la sesión solemne anual de la Academia Colombiana de  
Ciencias, celebrada el 28 de octubre de 1960.*

El día 29 de octubre de 1760, o sea hace exactamente doscientos años, la ciudad de Cartagena enarbolaba sus mejores galas para recibir al nuevo representante del Rey de España, el Excelentísimo señor don Pedro Messía de la Zerda, Marqués de la Vega de Armijo, Teniente General, bailío de la Orden de Malta, caballero comendador de la Llave Dorada, antiguo y experto militar que ostentaba en el pecho honrosas condecoraciones, y quien venía a suceder como Virrey de la Nueva Granada al Excelentísimo señor don José Solís Folch de Cardona, quien durante siete años rigiera los destinos de esta parte de los dominios de España.

Como miembro de la comitiva virreinal llegó también un hombre, que entonces quizá por su juventud pudo pasar desapercibido ante la nobleza cartagenera, que nos figuramos fuera pródiga en venias al Virrey y quien sin embargo iba a ocupar puesto destacado en nuestra historia y a influir en forma notoria en los destinos del país. Nos referimos al joven médico don José Celestino Bruno Mutis y Bossio, pudiéndose afirmar sin lugar a réplica que esta efemérides, el segundo centenario de su arribo a las costas granadinas, está bien en conmemorarse, ya que él constituye el punto de partida del desarrollo científico, cultural y aun emancipador de nuestra Patria.

Nacido en la ciudad de Cádiz el 6 de abril de 1732, cursó bachillerato en la Universidad de Sevilla demostrando afición especial a la gramática y a las matemáticas, estudiando luego la medicina para regresar a ejercerla a su ciudad natal. Años después fue trasladado a Madrid, donde desempeñó la cátedra de anatomía del Hospital General hasta el año de 1760.

Cuando Mutis hacía su entrada al mundo de la Corte, el continente europeo ofrecía un vasto campo para desarrollar aspiraciones sociales y debates científicos. Los triunfos y rápidos progresos que tuvo fueron tales que la Corte de Madrid fijó en él su atención y el gobierno quiso enviarlo, en asocio de otros jóvenes distinguidos por su inteligencia y aprovechamiento, a perfeccionar sus conocimientos en las escuelas de París, de Londres, de Leyden y de Bolonia.

Pero atraído por los estudios a que se prestaba el continente americano, que estaba totalmente desconocido para el mundo científico y del cual sólo se tenían noticias por la expedición de los académicos franceses La Condamine y Bourguer y por las descripciones de los españoles Jorge Juan y Antonio de Ulloa, renunció a todas sus posiciones y perspectivas en la Corte y resolvió aceptar la invitación que le hiciera el recién nombrado Virrey Messía de la Zerda, embarcándose hacia las ignotas regiones del nuevo mundo, llegando a Cartagena en la fecha antes citada y luego, acompañando al Virrey, en un largo y penoso viaje, arribó a Santafé el 24 de febrero de 1761.

Pero ya desde los primeros momentos comenzó a interesarse en el estudio de las ciencias naturales de nuestro territorio. Aprovechando las demoras necesarias de un viaje en ese entonces, inició en Cartagena, Turbaco y Honda, una serie de estudios sobre la vegetación ecuatorial en una larga extensión, o sea desde las costas del Atlántico hasta el pie de los Andes.

Apenas llegó Mutis a Santafé comenzó un "Diario" que al estudiarse suministra luz suficiente sobre los talentos del médico botánico, sobre su vasta instrucción y su interés por el progreso de la Colonia. La falta de cuerpo médico ocasionó que todos los enfermos asediaran al médico del Virrey en busca de alivio a sus dolencias. Por tal razón entabló relaciones inmediatas con todas las clases sociales y le permitió informarse de las opiniones de los santafereños sobre la medicina empírica, muy en boga en la ciudad de Quesada, las cuales cita en su "Diario" calificándolas de vulgaridades.

Los primeros años de su permanencia fueron dedicados principalmente al ejercicio de su profesión médica. Imposibilitado de salir al campo a herborizar, por embargar su tiempo en la atención de sus numerosos pacientes, se lamentaba de la multitud de obstáculos que venían a interrumpirle sus tareas de historia natural. "Apenas me queda tiempo para ocuparme de estas materias. Pensaba yo desde España que a estas horas me hallaría caminando hacia Loja, con el fin de investigar la quina".

A la llegada de Mutis a Santafé existían ya varios establecimientos de educación, como el colegio de San Bartolomé, fundado en 1605, por el arzobispo Lobo Guerrero, dirigido por los padres de la Compañía de Jesús, quienes a su vez regentaban la Universidad Javeriana; el Colegio Mayor del Nuestra Señora del Rosario, fundado por el Arzobispo Fray Cristóbal de Torres en 1653, y la Universidad de Santo Tomás, llamada Tomística, de los padres dominicos, pero lo cierto es que las enseñanzas que allí se daban eran abstractas y teóricas, sin ninguna aplicación práctica.

Según Vergara y Vergara en su "Historia de la Literatura" el método de enseñanza consistía en emplear cuatro años en el estudio del latín para luego, en este idioma, enseñar la filosofía y las ciencias profesionales, en las cuales se empleaban siete años y tres en la filosofía. "El latín se aprendía en latín y todas las ciencias en latín". El estudio de las leyes consistía en aprenderlas de memoria, empleando entre otros textos "las recopiladas de Castilla e Indias, y el inagotable y revuelto cedulario real que venía a ser en la práctica el texto legal".

El mismo Mutis en su correspondencia describe así el estado de la instrucción y conocimiento de ese entonces:

"Parece increíble que en nuestro tiempo pueda haber país en donde sus individuos piensen tan erradamente. Yo, en tales ocasiones, no hallo otro recurso que tomar sino el silencio, por no exponerme a unas contradicciones insoportables. No es el medio más favorable para mi opinión; pero desde luego, es el más oportuno, atendidas todas las circunstancias. Oír contar a estas gentes algunos efectos de la naturaleza, es pasar el tiempo oyendo delirar a unos locos... Que esto sucediera entre viejas ignorantes o entre hombres nada instruídos, no causara mucha admiración; pero que las mismas relaciones oiga un viajero en boca del vulgo que en las de que se tienen por más racionales en el pueblo, para esto no hay consuelo... Instrúyase usted en el modo de pensar de estas gentes y dé gracias al cielo de no hallarse en un país donde la racionalidad va tan escasa que corre peligro cualquier entendimiento bien alumbrado".

Como Mutis tenía altos conocimientos de ciencias físicas y naturales, en matemáticas y en astronomía, desde antes de su llegada a Santafé ofreció al Virrey regentar una cátedra. Contando con las simpatías de este alto funcionario y del Rector del Colegio del Rosario inició sus enseñanzas el día 13 de marzo de 1762, abriendo la cátedra y pronunciando la tradicional oración inaugural en presencia del Virrey. Jamás antes se habían enseñado matemáticas en los claustros santafereños. Mutis regentó la cátedra hasta el año de 1766 en que hubo de ausentarse de la capital, habiéndola reanudado luego en varias ocasiones.

Poco después de su arribo a Santafé estableció correspondencia con muchos sabios de Europa, remitió colecciones y dibujos que fueron admirados y aplaudidos por Linneo, con quien tenía ya relaciones desde Madrid, pues el sabio botánico de Upsala deseaba conocer la flora de la península española. Los trabajos botánicos de Mutis le valieron ser asociado a la Academia de Ciencias de Estocolmo, a la Sociedad Vascongada y a otras sociedades científicas europeas.

El 31 de julio de 1767 se cumplía en Santafé la Real Pragmática Sanción del 27 de febrero del mismo año, por la cual el rey Carlos III ordenó el extrañamiento de sus dominios de los regulares de la Compañía de Jesús, ya fueran sacerdotes o coadjutores o legos. Incalculables fueron los males producidos a la colonia por esta impolítica providencia del rey de España; la educación recibió recio golpe, pues los hijos de San Ignacio tenían cerca de cinco mil alumnos en catorce colegios que habían edificado y sostenían, así como la educación agrícola, ya que cultivaban muchos y grandes predios en diferentes climas, desde las cercanías de Santafé hasta los ardientes Llanos Orientales, los cuales quedaron casi abandonados por la ausencia de sus primitivos dueños.

Con el objeto de remediar en parte el daño ocasionado a la instrucción pública, los Virreyes Messía de la Zerda y don Manuel Guirior, su sucesor, trataron de tomar medidas conducentes, proponiendo a la Corte la creación de una universidad pública, estimando que la juventud de la Nueva Granada era acreedora a ese gran beneficio de que ya disfrutaban las de Lima y México.

Diez años transcurrieron para Mutis entre sus constantes estudios científicos y la labor de regeneración que se había impuesto, modificando los métodos de enseñanza seguidos en El Rosario y ensanchando el campo de la instrucción con importantes reformas y con la introducción de los estudios de la geografía, de la física, de la zoología, de la botánica, de las matemáticas y de la astronomía. Llegado el año de 1772, su protector y amigo el Virrey Messía de la Zerda, fue llamado a España y quiso llevarse consigo al hombre cuyos talentos conocía serían muy provechosos para la península, pero Mutis no quiso abandonar su patria adoptiva, dueña ya de sus más íntimas afecciones y en el mismo año de la partida del señor Messía de la Zerda

“unido ya estrechamente al Autor de la Creación por la contemplación de sus maravillas y por su desprendimiento de las pasiones que agitan al común de nuestro linaje, quiso ensanchar más su amor y adoración a Dios y recibió las sagradas órdenes del sacerdocio católico”.

El 19 de diciembre de 1772 se ordenó de sacerdote, cantando la primera misa el día de Nochebuena siguiente. Su intachable religiosidad y su fe cristiana a toda prueba le permitieron desarrollar, en medio del misticismo religioso e intransigente de la época, las más avanzadas ideas científicas que le hubiera sido muy difícil defender como simple civil.

“Desde aquella época —dice Caldas— fue un verdadero sacerdote de Dios y de la naturaleza. Divididos todos sus momentos entre la religión y las ciencias, fue un modelo de virtudes en la primera y un sabio en las segundas”.

No habiendo sido acogida, o al menos no haberse recibido respuesta de la Corte, la iniciativa de fundar la Universidad, especialmente por la oposición de los dominicanos cuyo convento gozaba de la facultad de dar grados, el Virrey Guirior consideró que la necesidad de una regeneración en los estudios y en la educación era ya apremiosa. Brazo derecho de esta obra laudable fue el Fiscal don Francisco Antonio Moreno y Escandón, quien elaboró un plan de estudios avanzados para esa época, adoptado a las circunstancias locales, que sirviera de pauta a las enseñanzas y cortase los abusos introdu-

cidos. El objeto principal era instruir a los jóvenes en las “ciencias útiles ocupados en disputar las materias abstractas y fútiles, y privados del acertado método y buen gusto que ha introducido la Europa en el estudio de las bellas letras”. Las ideas del Fiscal Moreno y Escandón estaban basadas en desterrar de los colegios las ideas de partido y de peripato o escolasticismo y el abuso en la colocación de grados. Quería también instituir la instrucción primaria y conservar la escuela de primeras letras que habían fundado los Padres Jesuítas.

El ilustre Menéndez y Pelayo confiesa que los métodos de estudio en la Península eran defectuosos en las postrimerías del siglo décimooctavo, y afirma que los que regían en las colonias americanas eran todavía más defectuosos.

El acertado cambio de las enseñanzas metafísicas por estudios de utilidad práctica desarrollaron ideas hoy en boga en los más atrasados países, que escandalizaron a muchos hijos del Virreinato y que rigieron solamente un año en los colegios, pues la Corte los improbó, pero que dejaron en la juventud ideas de progreso y libertad que en tan corto tiempo habían adquirido y que fue semilla fecunda que pronto fructificó.

El plan de Moreno y Escandón no fue otra cosa que la síntesis y el resumen de las ideas que había preconizado Mutis desde su cátedra de El Rosario. Fue desde allí donde se oyó, por vez primera en Santafé, de los labios del ilustre profesor la entonces extraña teoría de que la tierra gira sobre su eje y se mueve alrededor del sol, debiéndose por consiguiente colocar en el número de los planetas.

Las doctrinas de Copérnico eran desconocidas en América y, como todo hecho científico nuevo, tuvo numerosos opositores entre los atrasados colonos, quienes veían al sol girar alrededor de la tierra y no comprendían lo que era una ilusión óptica. Los padres dominicanos, directores de la Universidad Tomística, denunciaron a Mutis ante el Comisario de la inquisición como propagador de doctrinas erróneas que falseaban la pureza de las enseñanzas católicas. El sabio se quejó ante el Virrey y ante los Tribunales de la Santa Inquisición de Cartagena, únicos en el Nuevo Reino y al Supremo de Castilla, cuyos jueces declararon que las teorías de Copérnico no se podían condenar, resolución dictada según el criterio de autoridades históricas respetables, no porque los jueces creyesen en la nueva doctrina astronómica, ni en el saber de Mutis, sino por sumisión a la autoridad absoluta de Carlos III.

En esta célebre querrela contó siempre Mutis con el apoyo del gobierno colonial y tenía que ser así, porque la Real Cédula de Carlos III había dispuesto que en las Universidades y Colegios de sus dominios se enseñasen las teorías de Newton basadas en el sistema de Copérnico, aceptado como verdad científica. Humboldt hablando sobre estas ocurrencias y luchas decía:

“No sin inquietud, vieron los dominicanos que las *herejías de Copérnico*, ya profesadas por Bouguer, Godin y La Condamine en Quito, penetraban en la Nueva Granada; pero el Virrey protegía a Mutis contra los religiosos, que querían que la tierra permaneciera inmóvil. Por lo demás poco a poco fueron acostumbrándose a lo que ellos apellidaban aún las ‘*hipótesis de la nueva filosofía*’ ”.

Por aquel entonces en el mundo científico se suscitaba el interés por la quina. Sabido es que desde el momento en que las primeras cortezas fueron del Perú a Europa, acompañadas de la fama de su gran virtud medicinal, se extendió maravillosamente su uso y llegaron a competir en popularidad con las celebradas preparaciones de mercurio y antimonio que la alquimia había legado a la ciencia; tras el período de entusiasmo vino el del descrédito, acelerado por las aplicaciones irreflexivas de los facultativos y por la adulteración que sufrían en el comercio las cortezas, continuando

la quina con suerte varia en ser llamada una veces el “árbol de la vida” y otras el “árbol de la muerte”. Los botánicos no pudieron permanecer indiferentes a una cuestión en que estaban interesadas la salud y la vida del hombre, dedicándose con avidez al estudio de una planta cuyos conocimientos y distinción eran de tanta importancia y desde entonces la bibliografía botánica se enriqueció con más de una quinología.

Era opinión general entre los entendidos que la quina oficial se criaba únicamente en Loja, cuando Mutis se propuso averiguar si en los bosques cercanos a Bogotá se encontraban estas especies útiles, las que descubrió en 1772 y 1773, en los bosques de Cundinamarca y del Tolima, descubrimiento que trató de arrebatarse don Sebastián José López de Ruiz, pero que afortunadamente Mutis pudo desmentir en documentos que remitió a la Corte de España. Bien pronto apareció la cuestión de si las cuatro especies de quininas oficiales anunciadas por Mutis, la anaranjada, la roja, la amarilla y la blanca, eran las mismas especies que las del Perú, admitidas en el uso médico. Discutióse con calor en Madrid este punto por Francisco Antonio Zea, discípulo de Mutis, y por los célebres botánicos Hipólito Ruiz y José Pavón, terminando la polémica expresando sus deseos de que con los vegetales a la vista se hiciese un estudio comparativo de las quininas peruanas y de las neogranadinas.

Todas las observaciones de Mutis sobre las quininas quedaron incluidas en su obra “Historia de los árboles de la quina”, que publicó años más tarde en Madrid su sobrino Sinforoso Mutis.

Las obligaciones del sacerdocio no distrajeron, pues, al sabio naturalista de sus anteriores ocupaciones; su labor fue siempre fructuosa, tanto al pie del altar de Dios, en el libro de sus meditaciones, en el lecho del dolor, curando o procurando el alivio de sus queridos enfermos y en el campo vastísimo de la ciencia.

Así transcurrió otra década, durante la cual hizo dos excursiones importantes; una a la antigua provincia de Pamplona, donde estudió las minas de La Montuosa y colectó plantas para la flora granadina y otra a la Provincia de Mariquita, lugar que llamó tanto su atención que más tarde lo escogió como centro de la Expedición Botánica. Estas dos excursiones tuvieron por objeto principal estudiar la situación de las minas de oro y plata, y el informe que presentó Mutis promovió el impulso que dio a estas minas el Virrey Caballero y Góngora, poniéndolas en una actividad que hasta entonces no habían tenido. Para emprender el laboreo de estas minas se hizo venir al hábil mineralogista José D’Elhuyar, hermano de Fausto D’Elhuyar, director de las minas de México.

En 1782, en las minas del Sapo, jurisdicción de Ibagué, donde se encontraba haciendo trabajos de metalúrgica industrial, le encontró el Arzobispo-Virrey don Antonio Caballero y Góngora, en una visita que hizo a dichas minas. Como resultado de esta entrevista se cristalizaron los proyectos de Mutis para la preparación de trabajos de historia natural. Dice González Suárez:

“El Prelado comprendió al sabio, se entusiasmó oyéndole referir sus descubrimientos en ciencias naturales, hizo suyos todos los planes científicos de Mutis y resolvió emplear el crédito e influencias en la Corte en beneficio de una obra que no podía menos de ser honrosa a la nación española”.

Mutis acompañó al Arzobispo-Virrey a Santafé y ese mismo año se constituyó provisionalmente bajo la dirección de Mutis, la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada.

El Virrey Caballero y Góngora obtuvo del Rey don Carlos III la Real Cédula por la cual aprobaba la creación de la Expedición Botánica. Hacía ya un año que el Virrey la había creado cuando llegó a Santafé la Cédula Real,



acompañada del diploma de nombramiento de Mutis como Miembro Corresponsal del Jardín Botánico de Madrid y de una carta del sabio director de este establecimiento, don Casimiro Gómez de Ortega, manifestándole su gran complacencia por la creación de la Expedición Botánica y por haber sido nombrado director de ella.

Constituída ya oficialmente la Expedición, se trasladó Mutis a Mariquita, cuya flora tropical de gran exhuberancia le brindaba oportunidad hermosa para encauzar debidamente sus estudios. Ocho años residió el ilustre sabio en este lugar, cerca del tranquilo Magdalena, dedicándose infatigablemente a sus descubrimientos botánicos

“con una diligencia y curiosidad propias sólo del verdadero sabio, recorría los campos, observaba de planta en planta, de arbusto en arbusto, de yerba en yerba, el rico e inagotable dominio de la botánica; y dirigiendo siempre sus investigaciones a un fin práctico analizaba los vegetales y escudriñaba la íntima naturaleza de éstos, forzándolos a revelar sus arcanos misteriosos”.

El clima malsano de las zonas cálidas, las fiebres intermitentes, que atacaron a los expedicionarios y el trabajo infatigable, quebrantaron la salud de Mutis, quien tuvo que regresar a Bogotá en 1792, a instancias del Virrey, no sin haber hecho acopio de datos y multitud de pinturas de la vegetación virgen, aun desconocida, de esta parte de América.

Cuando Mutis formuló las bases para los trabajos de la Expedición y fue aprobada su creación por la Corona de España, no estaba aun conseguido y dispuesto el personal para llevar a una completa realización tan grande empresa, pues necesitaba de la cooperación de personas inteligentes, que estuviesen dispuestas a secundarlo; éstas fueron pocas entonces, pero Mutis supo animarlas con el fuego sagrado de que estaba poseído, encontrando un eficaz apoyo en el joven Eloy Valenzuela, natural de Girón, quien había sido alumno del Colegio del Rosario en los estudios de filosofía y teología, digno discípulo de Mutis en matemáticas e historia natural. Luégo que Valenzuela recibió las órdenes sacerdotales se unió en aspiraciones y ardientes deseos de gloria y prosperidad para su patria, su maestro y amigo.

Mutis, infatigable en su magna empresa, se vio precisado a crearlo y prepararlo todo; hasta los dibujantes y pintores que debían servir a la Expedición, obra fueron de su genio y de su actividad.

No es mi ánimo hacer un relato pormenorizado de la magna obra de la Expedición Botánica. Plumas y voces más autorizadas que la mía lo han hecho, debiéndose destacar aquí la labor realizada por los académicos Enrique Pérez Arbeláez y Lorenzo Uribe, sabios y sacerdotes como Mutis, quienes han sacado del olvido la obra de la Expedición poniéndola al alcance del mundo científico.

Quiero tan sólo referirme a los jóvenes granadinos que bajo la sabia dirección de Mutis supieron estudiar y comprender la naturaleza, haciendo que sus mentes se elevaran en busca de más altos intereses. La Expedición Botánica fue el laboratorio donde se forjó la Independencia Nacional.

Por ello, para comprender la influencia de Mutis en la formación de esta juventud, que se inició en la vida colaborando en la Expedición y la culminó sacrificándola en aras de la Patria, basta recordar algunos nombres:

Sinforoso Mutis, sobrino del sabio y su sucesor en la dirección de la Expedición, participó en los sucesos del 20 de julio de 1810, habiendo formado parte de la comisión que condujo al Virrey de su palacio a la prisión y quien luégo de haber sido obligado por las autoridades de la reconquista a arreglar los documentos y elementos de la Expedición para ser enviados a

España, sufrió la pena del destierro, habiendo regresado a raíz de la victoria de Boyacá a radicarse en Cúcuta, donde murió en 1822.

Salvador Rizo, quien desde los primeros momentos se mostró entusiasta por la causa patriótica, habiendo formado parte del ejército que en 1813 fue a cubrirse de gloria en los campos de Venezuela, a órdenes del Libertador. Caído en poder de los Pacificadores fue "purificado" primero con una multa de \$ 1.000 y luego, el 12 de octubre de 1816, fue fusilado en la plaza de San Francisco.

Francisco Antonio Zea, hijo de Medellín, fue el discípulo más aventajado de Mutis, después de Caldas. Desterrado a España con motivo del célebre proceso de los pasquines, ocupó el cargo de Director del Jardín Botánico de Madrid y luego, a su regreso a la patria desempeñó altos cargos, entre los cuales se cuenta el de Presidente del Congreso de Angostura, en cuyo carácter presidió la histórica sesión del 17 de diciembre de 1819, en que a solicitud de Bolívar, declaró fundada la República de Colombia. Vice-Presidente de la Gran Colombia, y representante de ésta en el Exterior, tuvo una desgraciada gestión en el asunto de los empréstitos, habiendo fallecido en Bath (Inglaterra) en noviembre de 1822.

Jorge Tadeo Lozano, quien entre los discípulos de Mutis fue el que escaló más altas posiciones políticas en los primeros años de la República. Establecido el Estado de Cundinamarca fue elegido presidente, habiendo tenido que sufrir la oposición encabezada por Nariño. Le correspondió presidir esa época que ha pasado a la historia con el nombre de la PATRIA BOBA, siendo llamado Jorge I por los cartageneros. Habiendo sido reemplazado por Nariño en la Presidencia, siguió colaborando con entusiasmo en la causa de la Independencia, habiendo formado con el doctor José Fernández Madrid la comisión nombrada por el dictador Alvarez para arreglar los asuntos internos del país. Con don José Domingo Duquesne y don Ignacio de Herrera fue nombrado por el Presidente Fernández Madrid para que fuese al encuentro de los jefes realistas, les entregaran la plaza de Santafé y procurase aplacarlos. Puesto en prisión, no obstante los esfuerzos de su hermano, el Marqués de San Jorge don José María Lozano de Peralta, fue fusilado por la espalda el 6 de julio de 1816, en el parque de los Mártires, en compañía de José Gregorio Gutiérrez Moreno, Crisanto Valenzuela, Miguel de Pombo, Francisco Javier García Devia y Emigdio Benítez.

Joaquín Camacho, colaborador de Caldas en la publicación del "Diario Político", tomó parte activa en los sucesos del 20 de julio de 1810, habiendo sido comisionado por el Cabildo de Santafé para hablar con el Virrey Amar para requerirlo a fin de que permitiese la instalación del Cabildo Abierto; firmó el Acta de la Independencia, fue miembro del Cuerpo Ejecutivo elegido el 25 de octubre de 1810 como Jefe de la Sección de Gracia y Justicia, triunfó elegido por el Congreso de Tunja en socio de Fernández Madrid y José María del Castillo, por orden de Morillo murió fusilado en la plaza de San Francisco el día 31 de agosto de 1816, en compañía de don José Nicolás Rivas.

Miguel de Pombo, fue uno de los oradores más destacados el 20 de julio, siendo proclamado Vocal del Cabildo. Teniente gobernador de Bogotá en 1811, fiscal del Tribunal de Gobierno y Hacienda, miembro del Congreso de 1812 y 1813, fue fusilado en Bogotá en compañía de Jorge Tadeo Lozano.

José Mejía, ecuatoriano, figuró como Diputado en las Cortes Españolas de Cádiz, donde se distinguió como orador glorioso.

Finalmente Francisco José de Caldas, nuestro sabio por antonomasia, sobre cuya figura no es el caso de detallar aquí, pues ella sola embargaría largas horas, quien también pagó en el suplicio sus servicios a la causa republicana, al ser fusilado en la plaza de San Francisco el día 29 de octubre de 1816, es decir, a los 56 años exactos de la llegada de Mutis a Cartagena.

56 años, sin día más ni día menos, transcurrieron desde el día que podemos señalar como el nacimiento del movimiento científico en el país hasta aquel desgraciado en que al morir Caldas pareció venir un manto de tinieblas a cubrir las inquietudes intelectuales y culturales en esta región de América.

He querido destacar las principales figuras de la Expedición Botánica, no en su aspecto científico sino en su aspecto político, porque ellas dejan entrever la influencia maravillosa de Mutis en la formación intelectual de los hombres que constituyeron la primera república. Hijos espirituales del sabio gaditano, vincularon el nombre de éste a la causa de la independencia, pudiéndose aplicar la frase evangélica "por sus frutos los conoceréis".

Momento de gloria para Mutis y para su admirable obra de la Expedición fue la visita que recibiera, ya en los albores del siglo XIX, de dos ilustres viajeros europeos, el Barón Alejandro de Humboldt y su compañero el botánico Aime Bonpland. Llegados a Cartagena, en un viaje de observación y estudio, aceptaron el consejo de Ignacio de Pombo de atravesar la Nueva Granada, viajando por el Magdalena para llegar a Santafé para tener ocasión de conocer a Mutis y apreciar su magna obra.

Recibidos los naturalistas europeos en la capital andina con grandes manifestaciones de aprecio, tanto por parte del Director de la Expedición, como por el personal del Gobierno y por los círculos intelectuales de la ciudad, los pocos días que habían pensado dedicar a esta visita, se extendieron a seis semanas, y aún parece que este tiempo resultó demasiado corto para el mucho material que obtuvieron y los trabajos que ejecutaron.

Grande aprecio tuvieron los sabios europeos de la labor de Mutis y de sus colaboradores. En la obra que escribieron ambos, a su regreso al Viejo Continente, llamada "Plantas Equinocciales", insertaron el retrato de Mutis con la siguiente dedicatoria:

"A don José Celestino Mutis, director principal de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, astrónomo, en Santa Fé de Bogotá. Como débil muestra de admiración y reconocimiento".

Al dirigir Mutis las actividades de los jóvenes granadinos que se unieron a él y que estudiaban nuestras riquezas naturales, quiso también que se preocuparan por intereses más elevados y al efecto auspició la formación de la Sociedad Patriótica de Amigos del País.

Esta Sociedad no fue otra que una réplica de las que se estaban formando en ese entonces en Europa, como consecuencia del apogeo que la economía política tuvo en la segunda mitad del siglo XVIII con el apareamiento de los fisiócratas primero y luego de Adam Smith. Fomentaron ellas principalmente la agricultura, la instrucción pública, las ciencias físicas y naturales, el comercio y constituyeron más tarde centros donde se prepararon trascendentales cambios sociales y políticos. Los tradicionalistas las combatieron rudamente desde el principio, destacándose en esta oposición fray Diego de Cádiz.

La primera Junta de esta clase que se estableció en España, que se hizo memorable por la obra que realizó, fue la de las Provincias Vascongadas "reunión de todos los hombres de bien y deseosos de procurar la ilustración general", al decir del historiador Dávila y Collado en su "Historia General de España". Luego se fundó la de Madrid, en la cual ingresaron los más altos personajes de la Corte y que mereció especialísimas solicitudes por parte de Carlos III. Cuando se organizó la de la Nueva Granada ya funcionaban cerca de setenta en la Península.

Con el apoyo del Virrey Mendinueta se estableció en Santafé la Sociedad Patriótica del Nuevo Reino de Granada, inspirada por Mutis y propuesta

por Jorge Tadeo Lozano en el "Correo Curioso". El 24 de noviembre de 1801 el Virrey concedió la "licencia a los vecinos de esta capital, suscriptores a la Sociedad Patriótica, para que celebren una Junta a efecto de nombrar entre ellos los que deban formar los estatutos de este establecimiento".

El 10 de diciembre siguiente, en la casa de Mutis y presidida por éste se celebró la primera sesión, con asistencia de Jorge Tadeo Lozano, José María Lozano, José de Leiva, Fernando Caicedo, Luis Caicedo, Andrés Rosillo, José Luis Azuola, Luis Azuola, Diego Tanco, Luis Ayala, José Acevedo y Gómez, José Ignacio de Santamaría, Ignacio de Vargas, Pedro Groot, José Sanz de Santamaría, Eustaquio Galavis, Francisco Manrique, Pedro de Lastra, Miguel de Isla, José Martín París, Ignacio Tejada y Dionisio Tejada.

El 2 de mayo de 1802 fueron aprobados definitivamente los estatutos de la Sociedad Patriótica. "Su instituto —al tenor del título I— es conferir y procurar se ponga en práctica los medios que parezcan más a propósito para fomentar al Nuevo Reino de Granada en general, y a cada una de sus Provincias en particular, reduciendo sus miras a estos tres capítulos: 1º—La agricultura y cría de ganados; 2º—La industria, comercio y policía; 3º—Las ciencias útiles y artes liberales. Para lograr este fin, la Sociedad Patriótica de Santafé, como sus similares de Europa, se ocuparía especialmente en la instrucción popular, considerando que el cultivo de las ciencias no bastaba para alcanzar la prosperidad de la Colonia, y que la difusión de la enseñanza metódica en las clases inferiores es lo que más contribuye a favorecer la industria y los oficios: fundaría, sostendría y vigilaría, en consecuencia, el mayor número posible de escuelas, para ambos sexos. Por medio de las memorias de los socios, impresas y profusamente distribuidas, se procuraría la vulgarización de las más importantes nociones. Ultimamente, la mayor parte de los fondos de la Sociedad se destinaría a los premios anuales, distribuidos así: tres de agricultura, tres de industria y tres de literatura, aplicado cada uno a asunto diferente".

Gredilla, en su biografía de Mutis, dice lo siguiente, donde disimula mal su reproche por la participación que el Director de la Expedición Botánica tomara en la Sociedad Patriótica:

"Y es también cierto que en nuestras colonias fueron estas corporaciones y sus asimiladas, plantel donde germinaron y crecieron las ideas separatistas, y muchos de los que años después llevaron el estandarte de la independencia americana; de donde resulta que sólo por la sugestión que produce todo lo nuevo y la oscuridad en que se veían sus efectos, puede explicarse el que hombre tan patriota de España, como Mutis, las fomentaran con sus influencias y sus prestigios".

El 11 de septiembre de 1808, el mismo día en que pomposamente celebraba Santafé la jura de Fernando VII, siendo las tres de la mañana, falleció Mutis. Murió con la pesadumbre de no haber visto impresa su "Flora", luego de tantos afanes y fatigas. Su último aliento fue recogido con cariñoso respeto por su sobrino Sinfaroso Mutis y sus discípulos Caldas y Rizo.

Inhumado en la iglesia del monasterio de Santa Inés, luego de modestos funerales, su tumba permaneció desconocida durante largos años, habiéndose identificado sus restos, gracias a la labor del académico Luis Duque Gómez, a la sazón Secretario de la Academia Colombiana de Historia, y hoy reposan en la Basílica Primada.

Plumas insignes han ensalzado su obra, que no solamente fue científica sino principalmente cultural y patriótica.

La semilla que sembró Mutis fue fructífera. Sus discípulos continuaron su labor científica, pero nuevos vientos soplaban en el ambiente. Las reunio-

nes científicas y patrióticas que él organizó continuaron, pero convertidas en Juntas Políticas revolucionarias. El salón del Observatorio Astronómico, ese edificio creado por Mutis para el estudio de los cielos, y cuyo valor fue cubierto por la mortuoria de éste, sirvió de centro para el nacimiento de la República.

Cierta noche, en que los oidores durmieron tranquilos, compartiendo las opiniones de su colega Hernández de Alba y del Regente Herrera, quien al despedirse para tomar el lecho les dijo: "Yo no veo esos peligros" y Alba añadió "La conmoción popular que se teme está muy lejos", rodeaban a Caldas en el salón del Observatorio Torres, Herrera, Gutiérrez, Camacho, Acebedo, Miguel Pombo y Francisco Morales. "Y bien —dijo Torres— todo está preparado, todo está bueno: pero para asegurar el éxito es necesario que la chispa incendiaria parta del vivac enemigo".

Horas después, antes del medio día siguiente, estalló la chispa. Era el 20 de julio de 1810. La época de la independencia había comenzado. El resultado de la labor de Mutis era una realidad.

Por ello, al conmemorar el segundo centenario de su arribo a la Nueva Granada, que coincide con la conmemoración del sesquicentenario de la independencia, debemos ensalzar a Mutis, no sólo por su labor científica digna de todo encomio, sino también por haber transformado la educación pública, haber introducido nuevas ideas, haber orientado la juventud, haberle enseñado a pensar en la Patria. Su influencia fue definitiva, preparó los hombres que nos condujeron a la Independencia. Mutis fue, en una palabra, el gestor del movimiento emancipador! Llor a su memoria!

ALFREDO D. BATEMAN

# EL CAMPO GRAVITACIONAL EXPLICADO POR LA ECUACION DE ONDA

DARIO ROZO M.

Presidente de la Academia Colombiana de Geografía, Miembro de Número de la Academia Colombiana de Ciencias.

La *ecuación de onda* o ecuación de ondas, llamada también ecuación de propagación, sirve con notable ventaja para la solución de los problemas que han sido resueltos por el cálculo tensorial absoluto, ciencia esta que requiere larga preparación y obliga a procedimientos intrincados y extensos, como se ha hecho en el caso del campo gravitacional.

Este problema fue resuelto por Einstein habiendo producido la admiración de todos los científicos; fue simplificado por Schwarzschild en la aplicación a un caso particular, lo que causó aplauso general; al Profesor Weyl ha comentado acertadamente la solución general pero no la ha simplificado (1). Todos estos autores emplean el cálculo tensorial con dilatados y complicados desarrollos, como lo expresa el matemático Lucien Fabre en su libro *Les Théories d'Einstein* (2). Weyl habla de las *ondas de gravitación*.

Por un método más sencillo se resolvió el problema de Schwarzschild como puede verse en la *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, Vol. IX, Nos. 36 y 37, año de 1956.

La solución de que se ha hablado al principio es tan abstracta y comprensiva que no permite a la imaginación entrever un proceso gráfico explicativo, ventaja que sí tiene la que se da a continuación.

Para dar comienzo conviene aclarar algunas ideas fundamentales referentes al *potencial*, que incluyen naturalmente el potencial newtoniano.

EL POTENCIAL tiene las dimensiones de una velocidad al cuadrado. En efecto, adoptando la grafía de Shwolson para significar las dimensiones mecánicas de una expresión, se escribirá ésta dentro de un paréntesis cuadrado y a continuación después del signo = las dimensiones mecánicas representadas por las letras mayúsculas usuales con sus respectivos exponentes, se tiene, llamando con  $p$  el potencial y siendo  $G$  la constante de gravitación cuyas dimensiones son  $M^{-1}L^3T^{-2}$ .

$$p = -\frac{Gm}{r} \text{ de donde } [p] = \frac{M^{-1}L^3T^{-2}L^{-1}M}{L^2T^{-2}} = \quad (0)$$

Estos potenciales expresados por velocidades al cuadrado deben considerarse como entidades mecánicas, y cuando explícitamente no son coeficientes de masas han recibido el nombre de *protopotenciales* o *protoenergías*, según el caso en que se encuentren.

Se denota con  $c^2$  el máximo potencial que puede existir en la naturaleza en cuanto a su idiosincrasia constitutiva. (Ver Revista citada).

LA UNIDAD MATEMATICA DE MASA o unidad natural de masa será  $1 = \frac{c^2}{n}$ . Una masa cualquiera que se designe con  $m$  dará lugar a establecer esta igualdad

$$m = m \frac{c^2}{n}$$

la cual podrá escribirse introduciendo la cantidad  $n$ , así:

$$m = \frac{c^2}{n} \text{ o sea } nm = c^2 \quad (1)$$

lo que da  $[nm] = L^2T^{-2}$  y por consiguiente  $[n] = M^{-1}L^2T^{-2}$ .

Hechas las anteriores digresiones se puede pasar ya a la aplicación de la ecuación ondulatoria para explicar matemáticamente lo concerniente a la gravitación.

Para una velocidad  $c$  de propagación, la ecuación ondulatoria es

$$\frac{\delta^2 s}{\delta t^2} = c^2 \frac{\delta^2 s}{\delta r^2} \quad (2)$$

en la cual podría intervenir la fórmula (1). Una de las soluciones de esta ecuación es  $s = e^{kx} + aet$  (3) como se demuestra en el texto de Coulson (3); en esta ecuación se tiene:

$x$  = distancia recorrida;  $t$  = tiempo;  $c$  = velocidad de propagación;  $k, q$  = cantidades por determinar.

Si se deriva convenientemente la igualdad (3) en que la función de onda se considera en una sola dirección representada por  $x$ , dirección que se puede generalizar designándola con  $r$ , y luego eliminando entre las dos ecuaciones que resultan, la función  $s$ , se encuentra:

$$\frac{\delta^2 s}{\delta t^2} = \frac{q^2}{k^2} c^2 \frac{\delta^2 s}{\delta r^2} \quad (4)$$

que es igual a la (2) cuando se tenga  $q^2 = k^2$ .

Para hallar la significación de  $q$  y  $k$  cuando se le atribuyan a las ecuaciones las condiciones que exige el potencial newtoniano, es cómodo ayudarse de otra forma de integración que es la siguiente:

$$s = a(r + ct) + \beta(r - ct) \quad (5)$$

en la que  $a$  y  $\beta$  son funciones arbitrarias; estas para el caso de potenciales no deben admitir valores periódicos; deben pues expresarse como el resultado de la medición de una distancia de progresión uniforme mediante una longitud tomada por unidad; (en los senos y cosenos la

distancia no es de progresión uniforme); en consecuencia se puede escribir la (5) así:

$$s = (a + \beta)r + (a - \beta)ct \quad (5 \text{ bis})$$

$r$  es una distancia, una longitud especial;  $ct$  también es espacio longitudinal por ser el producto de velocidad por tiempo.

Si  $a = \beta$ , resulta  $s = 2ar$ , igualdad que da a entender que la función de onda es independiente del tiempo en este caso particular.

Para  $a \neq \beta$ , hay que considerar que  $ct$  es una distancia función del tiempo; sea  $ct = d$  y se tendrá

$$s = (a + \beta)r + (a - \beta)d \quad (6)$$

Para simplificar la escritura hágase  $(a + \beta) = a$ ;  $(a - \beta) = u$ ; por tanto  $s = ar + ud \quad (7)$

y obténgase de esta igualdad la ecuación ondulatoria que abarque las tres dimensiones espaciales. Nótese entonces que se debe tener lo siguiente

$$r = f(x, y, z) \text{ e independiente de } t;$$

$$d = \phi(t) \text{ e independiente de } x, y, z.$$

Se debe tener pues  $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$  y en consecuencia se deduce:

$$\frac{\delta s}{\delta x} = a \frac{x}{r}; \quad \frac{\delta^2 s}{\delta x^2} = a \frac{r^2 - x^2}{r^3}$$

$$\text{y análogamente: } \frac{\delta^2 s}{\delta y^2} = a \frac{r^2 - y^2}{r^3}; \quad \frac{\delta^2 s}{\delta z^2} = a \frac{r^2 - z^2}{r^3}$$

ahora sumando estas tres últimas igualdades se obtendrá

$$\frac{\delta^2 s}{\delta r^2} = a \frac{3r^2 - (x^2 + y^2 + z^2)}{r} = a 2 \frac{r^2}{r^3} = \frac{2a}{r} \quad (8)$$

Para hallar  $\frac{\delta^2 s}{\delta t^2}$ , hay que derivar con relación a  $d$ ,

siendo  $d$  función del tiempo  $t$ . Así pues

$$\frac{\delta s}{\delta t} = \frac{\delta s}{\delta d} \frac{\delta d}{\delta t} \quad \dots$$

$$\frac{\delta^2 s}{\delta t^2} = \frac{\delta^2 s}{\delta d^2} \left[ \frac{\delta d}{\delta t} \right]^2 + \frac{\delta d}{\delta t} \frac{\delta^2 d}{\delta t^2};$$

pero  $\frac{\delta d}{\delta t} = c$  y como  $c$  es constante,  $\frac{\delta^2 d}{\delta t^2} = \text{CERO}$ , y

$$\text{la igualdad anterior queda así: } \frac{\delta^2 s}{\delta t^2} = c^2 \frac{\delta^2 s}{\delta d^2} \quad (9)$$

Esta ecuación es la del movimiento ondulatorio según una dirección progresiva  $d$ ; para estudiarlo según las direcciones posibles, habrá que considerar a  $d$  con sus

tres coordenadas variables  $d = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ; entonces

la expresión  $\frac{\delta^2 s}{\delta d^2}$  se establece de modo análogo al empleado en la deducción de la expresión (8), y será

$$\frac{\delta^2 s}{\delta d^2} = \frac{2u}{d}$$

$$\text{que sustituido en la (9) da } \frac{\delta^2 s}{\delta t^2} = \frac{2u}{d} c^2 \quad (10)$$

Combinando la (10) con la (8) tomada en esta forma:

$$1 = \frac{r}{2a} \frac{\delta^2 s}{\delta r^2} \quad (8 \text{ bis}) \text{ o sea multiplicando miembro a miembro, se halla}$$

$$\frac{\delta^2 s}{\delta t^2} = \frac{2ur}{2ad} c^2 \frac{\delta^2 s}{\delta r^2} = \frac{2ad}{2ur} c^2 \Delta^2 s \quad (11)$$

Ahora es necesario establecer las condiciones a que deben obedecer las cantidades aun indeterminadas que hay en las dos fórmulas (4) y (11) para hacerlas concomitantes; estas condiciones deben ser

$$q^2 = 2ur \quad (12)$$

$$k^2 = 2ad \quad (13)$$

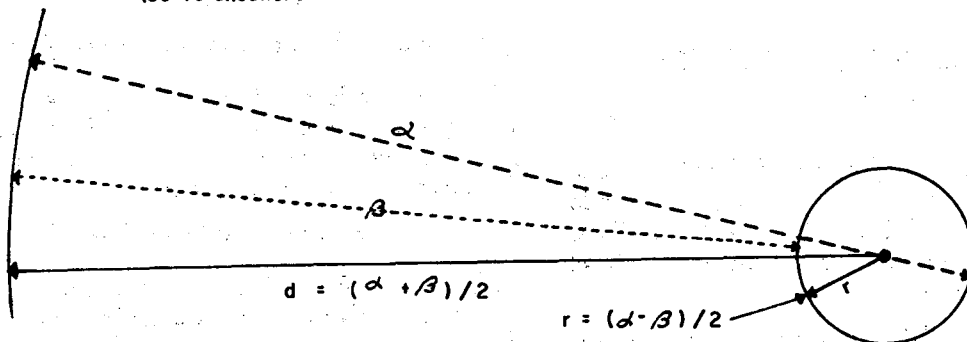
Para escribir la ecuación (7) se hizo  $u = a - \beta$ ; cuando  $d = \beta$  se tiene  $u = \text{CERO}$  y por consiguiente  $q$  debe ser igual a CERO según la (12), en consecuencia  $q = u$ , lo que da  $2ur = u^2 \therefore 2r = u = a - \beta$  por tanto

$$r = \frac{a - \beta}{2}$$

Análogamente el valor  $a = k$  satisface la ecuación (13), por consiguiente  $a^2 = 2ad$ , de donde  $a = 2d$ , por

$$\text{consiguiente } d = a/2 \text{ o sea } d = \frac{a + \beta}{2}$$

Círculo de la esfera de propagación  
(Se va ensanchando)



Círculo de una esfera que incluye la masa.

## DISCUSION DE LA FORMULA

Hay lugar a considerar dos esferas concéntricas alrededor de la masa  $m$ : la exterior de radio  $d$  en donde se manifiesta el potencial del campo producido por la masa, y la inferior de radio  $r$  en cuyo interior está contenida la mencionada masa  $m$ . Este radio es arbitrario puesto que lo es la longitud  $\beta$  con relación a  $a$ ; la única condición es que ambas distancias pasen por el centro de la masa y que el otro extremo, tanto el de  $a$  como el de  $\beta$  estén sobre la esfera exterior. En realidad las dimensiones  $a, \beta, r$ , sólo sirven para estudiar el comportamiento del campo de gravedad conforme a la ecuación de Laplace. Sin embargo, el valor de  $r$  tiene un mínimo que es el que corresponde a la periferia del átomo, como se verá adelante.

No se puede interpretar el valor de  $q^2/k^2$  como un coeficiente que haga cambiar el valor de  $c^2$  sino únicamente cuando el valor de  $r$  corresponda exactamente a la superficie del átomo atrayente, que es el único caso en que el valor de  $\beta$  no es arbitrario. Al efecto es necesario conocer las siguientes circunstancias:

1<sup>a</sup> La masa atractiva está dentro de la esfera interior  $r$ . Se hizo notar que una masa se puede expresar matemáticamente por  $nm = c^2$ ; para sustituir este valor en la ecuación original (4) y llegar a la (2) es necesario tener  $q^2 = k^2$ , porque entonces resulta

$$\frac{\delta^2 s}{\delta t^2} = nm \frac{\delta^2 s}{\delta r^2}.$$

Pero la igualdad  $q^2 = k^2$  da lugar a los valores  $\pm q = \pm k$  y se sabe que  $q = a - \beta$  y  $k = a + \beta$ . Las combinaciones de estos cuatro signos suministran solamente un valor aceptable,  $\beta = 0$ , que resulta de  $a - \beta = a + \beta$ ; entonces  $a = 2r$ , lo que indica que la masa está dentro de la esfera  $r$ . Para  $-a + \beta = a + \beta$  se debe tener  $a = 0$ ; pero este valor indica que no hay masa y la ecuación resulta sin sentido y además  $d = 0$  implica  $\beta = 0$ . Los dos casos restantes de combinación de signos dan valores inaceptables.

2<sup>a</sup> El menor valor de  $r$  es el del radio del átomo y dentro de él el campo de gravitación es nulo. Esto quiere decir que el campo gravitacional producido por un átomo o corpúsculo es solamente exterior a él, como pasa a demostrarse.

Efectivamente, en el establecimiento de la ecuación ondulatoria, se tienen dos casos:

- a)  $\frac{\delta s}{\delta t} = -c \frac{\delta s}{\delta r} + \text{const.}$ , para cuando la propagación del fenómeno es hacia fuera. (*Excenter*).
- b)  $\frac{\delta s}{\delta t} = +c \frac{\delta s}{\delta r} + \text{const.}$ , para cuando la propagación del fenómeno es hacia el centro. (*Vercenter*).

Para aplicar estos criterios se deducirán de la ecuación (5 bis) los siguientes valores:

$$\frac{\delta s}{\delta t} = (a - \beta)c, \quad \frac{\delta s}{\delta r} = a + \beta$$

Para cuando  $\beta = \text{CERO}$ , estas dos igualdades dan

$$\frac{\delta s}{\delta t} = +c \frac{\delta s}{\delta r}$$

que indica propagación hacia el centro.

Si  $\beta \neq 0$ , se tiene  $\beta = \frac{\delta s}{\delta r} - a$  y sustituyendo se encuentra

$$\frac{\delta s}{\delta r} = -c \frac{ds}{dr} + 2ac$$

igualdad esta que está de acuerdo con la a) y por tanto la propagación se dirige hacia fuera, al exterior; el término  $2ac$  debe ser constante, y el valor constante de  $a$  es el que corresponde al diámetro del átomo o del corpúsculo; por consiguiente dentro del corpúsculo no hay campo de gravitación.

Una consecuencia importantísima de lo que acaba de demostrarse es que *entre dos o más corpúsculos que son tangentes unos con otros no hay fuerza de atracción mutua ninguna*. Sobre una hipótesis de esta naturaleza se ha fundado la teoría de los gases. Por otra parte, esta propiedad explica la cualidad de los líquidos y la electricidad estática.

En cuanto dos moléculas tangentes se separan una cantidad pequeñísima, se establecen fuerzas de atracción mutua; esto explica en cierto modo la dilatación que experimenta el agua cuando se solidifica.

Hay fenómenos físicos que ensanchan alrededor del átomo esta cualidad de inacción; el espacio que tiene esta propiedad y que rodea al corpúsculo se ha llamado *esfera de protección* (5) y las teorías térmicas de los gases se fundan en la consideración de tal espacio. Más adelante se intentará una explicación matemática de la esfera de protección producida por el calor.

## PROBLEMAS CONCOMITANTES

POTENCIAL. El potencial correspondiente al campo de gravitación se deduce de las ecuaciones establecidas; efectivamente, sustituyendo en la (10) el valor de  $c^2$  dado por la (1) se obtiene

$$\frac{\delta^2 s}{d} = \frac{2u}{\delta t^2} nm$$

en donde  $m$  es masa y las dimensiones de  $n$  son  $M^{-1}L^2T^{-2}$ . Como la dimensión de  $u$  es longitud, resulta  $[2un] = M^{-1}L^3T^{-2}$ , que son precisamente las dimensiones del *coeficiente de gravitación*, el cual suele designarse con  $G$  y se tendrá

$$\frac{\delta^2 s}{d} = G \frac{m}{\delta t^2} \quad (15)$$

ecuación ésta cuyo segundo miembro da el potencial de gravitación a la distancia  $d$  de la masa que produce el campo.

ATRACCION Y REPULSION. En la teoría de las ecuaciones del movimiento ondulatorio se demuestra que si  $s$  es solución de una ecuación de onda,  $rs$  y  $\frac{s}{r}$  serán también soluciones de la misma. Aquí  $r$  es el radio de acción el cual para el caso presente es  $r = d$ . Pero con el fin de acomodar las fórmulas que van a deducirse, a la nomenclatura usual, se cambiará ahora la letra  $d$  por la  $r$  que es la acostumbrada y entonces



habrá que escribir 
$$\frac{\delta t^2}{\delta^2 s} = G \frac{m}{r} \quad (15)$$

Sea  $\phi = s/r$ , de lo que resulta  $\frac{\delta^2 \phi}{\delta t^2} = \frac{1}{r} \frac{\delta^2 s}{\delta t^2}$  y por

consiguiente 
$$\frac{\delta^2 \phi}{\delta t^2} = G \frac{m}{r^2} \quad (16)$$

Las dimensiones de la (16) son las de la aceleración,  $LT^{-2}$ . Multiplicando cada uno de sus miembros por una masa  $M$ , se encuentra esta otra expresión

$$M \frac{\delta^2 \phi}{\delta t^2} = G \frac{Mm}{r^2} \quad (17)$$

que corresponde a las definiciones de las fuerzas en la mecánica de Newton y que comprende las leyes de la atracción.

En electromagnetismo se toma  $G = 1$  y se tiene para

expresión de la fuerza eléctrica 
$$f = \frac{mm}{r^2}$$

Los potenciales eléctricos se expresan por  $P = \frac{m}{r}$ ; la

masa  $m$  puede ser positiva o negativa y se tendrá

$$P_+ = \frac{+m}{r}, P_- = \frac{-m}{r}. \text{ Cuando estos potenciales}$$

son mutuos, las fuerzas que actúan entre masas eléctricas tienen las conocidas fórmulas de Coulomb.

**PRINCIPIO DE LA EQUIVALENCIA.** La ecuación (16) cuyas dimensiones mecánicas son las de la aceleración, comprueba el *principio de la equivalencia* de Einstein que establece que "la intensidad del campo gravitacional equivale a una aceleración".

**ESFERA DE PROTECCION.** En la teoría de los gases hay que introducir la hipótesis de la *esfera de protección*, entendiéndose por tal una esfera que rodea al átomo o a la molécula, de radio mayor que el de dicho átomo o molécula y dentro de la cual no hay atracción entre las moléculas, esto es que dentro de tal esfera no hay campo de gravitación producido por tales moléculas.

Se intenta a continuación demostrar matemáticamente la existencia de esa esfera. La demostración estriba en que la energía calorífica que absorbe el átomo en su rededor compensa o anula la energía gravitacional que produce el mismo corpúsculo a inmediaciones de su contorno en un espacio cuyo radio es fácil de determinar.

Con tal fin puede emplearse la *divergencia* de densidad de energía; la del átomo que produce gravitación se designará  $Div. A$ ; y la del mismo átomo al almacenar energía calorífica se llamará  $Div. B$ . Estas  $Div.$  como son contrarias, al sumarse deben anularse entre sí y ocupar cierto espacio, por tanto se tendrá:

$$Div. A + Div. B = \text{Cero}$$

Se sabe que la  $Div.$  de una actividad  $s$  que incluye una constante  $k$  está dada por  $k \nabla^2 s$ . Teniendo esto en cuenta

se puede establecer  $Div. A = Div. \frac{q^2}{k^2} c^2 = \frac{q^2}{k^2} c^2 \Delta^2 s$

La ecuación (8) da  $\nabla^2 s = \frac{\delta^2 s}{\delta r^2} = 2 \frac{a}{r}$  o sea  $\nabla^2 s =$

$$\frac{2(a+\beta)}{(a-\beta)/2} = 4 \frac{a+\beta}{a-\beta} \text{ y entonces } Div. A = \frac{q^1}{k^2} c^2 4$$

$$\frac{a+\beta}{a-\beta} = 4 \frac{(a-\beta)^2(a+\beta)}{(a+\beta)^2(a-\beta)} c^2 = 4 \frac{a-\beta}{a+\beta} c^2$$

Pero siendo  $R$  el radio del átomo  $a - \beta = 2R$ .  
 $a + \beta = 2(R + \beta)$  y por tanto

$$Div. A = 4 \frac{R}{R + \beta} c^2$$

Para calcular la  $Div. B$  se hallará la densidad de energía correspondiente a un átomo que absorbe calor y de conformidad con lo establecido para deducir la constante térmica de los gases. Para eso se tendrá en cuenta que la masa por el cuadrado de  $c$  es energía según Einstein, que masa dividida por densidad da volumen y que el todo hay que multiplicarlo por el coeficiente de dilatación de los gases que es  $1/273$ . La masa de un átomo de hidrógeno vale 1,008, su densidad es de  $9 \times 10^{-5}$ ; por consiguiente  $Div. B =$

$$\frac{1,008 \times c^2}{9 \times 10^{-5} \times 273} = \frac{1,008 \times 10^5}{2457} c^2 = 41,03 c^2. \text{ Sumando}$$

las dos divergencias, tomando  $Div. B$  como divergencia elemental, se tiene

$$4 \frac{R}{R + \beta} + 41,03 = 0 \therefore R + 10,26(R + \beta) = 0 \therefore$$

$$R(1 + 10,26) = -10,26 \beta \therefore -\beta = 1,097$$

$$-\beta = \sim 1,1R$$

Para interpretar este valor negativo de  $\beta$  hay que considerar que en el presente estudio y como se ve por el gráfico, la magnitud  $\beta$  se cuenta positivamente del exterior de la masa hacia ella, por consiguiente  $-\beta$  hay que contarla desde la periferia del átomo hacia afuera.

Esto hace conocer que entre el átomo y la esfera de protección media un espacio de ancho igual a  $1,1R$ , por consiguiente el radio de esta esfera es de  $2,1R$ . Los físicos adoptaron para este radio  $p = 2R$ . Bernoullie fue el de esta hipótesis y también la adoptaron Clausius, J. C. Maxwell y otros.

## CONSECUENCIAS

De lo expuesto en este estudio se deduce:

1º La masa que produce un campo de gravitación puede considerarse dentro de un espacio circunscrito por una esfera de radio  $r$ , pero su acción gravitatoria se extiende a una distancia  $R$  cualquiera, siendo  $r < R$ .

2º La gravitación (potencial de gravitación) se propaga como una onda de velocidad  $c$  que procede de la

constitución del espacio-tiempo y que es la máxima que produce la naturaleza y que se ha dicho que es la de la luz en el vacío.

3º El campo de gravitación que produce una molécula es exterior a ella.

4º El comportamiento de las ondas es igual al de los corpúsculos, lo que explica la transformación de unos en otros.

### NOTAS

Las delicadas experiencias llevadas a cabo por los esposos Curie-Joliot han comprobado que las radiaciones gamma se transforman en electrones *positivos* y *negativos* simultáneos. Lo que dio ocasión a que se dijera que los rayos gamma o fotones gamma se *materializaban* en dos cargas eléctricas de signos contrarios y que tal experimento es prueba de la materialización de la energía.

La fórmula de Yukawa para sus mésones se puede deducir de la ecuación de la onda acompañante de Broglie-Schrödinger, la cual a su vez se establece de modo análogo.

### BIBLIOGRAFIA

- (1) H. Weyl. "Temps, Espace, Matière". Traducción del alemán por Juvet et Leroy. París, Librairie de Albert Blanchard, 1922.  
A. S. Addington. "Espace, Temps et Gravitation". Traducción del inglés por Rossignol. Introducción por P. Langevin. París, Librairie Scientifique de J. Hermann.
- (2) Lucien Gabre. "Une Nouvelle Figure de Monde. Les Théories de Einstein". París, Payot & Cie. 1922, (capítulo V).
- (3) C. A. Coulson, M. A. Prof. en Oxford. "Ondas". Versión castellana. Editorial Dossat, Madrid, Buenos Aires. Para la Ec. (16) consultar páginas 8, 9 y siguientes.
- (4) "Higher Mathematics for Engineers and Physicists". McGraw-Hill. Book Co. 1943. Parágrafos 60 y 115.
- (5) "La Física de los Corpúsculos" por G. Gianfranceschi, S. J., Tipografía Catalana, Casals. Caspe, 108, Barcelona, página 44.

Bogotá, septiembre 13 de 1960.

DARIO ROZO M.

# LAS ECUACIONES EN DIFERENCIAS FINITAS EN LA TEORÍA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

GABRIEL POVEDA RAMOS

00. — Las ecuaciones en diferencias finitas, en especial las de tipo lineal, han venido encontrando cada vez más importantes y más amplias aplicaciones a problemas técnicos de la ingeniería. La teoría de las estructuras porticadas, el análisis de series temporales, la dinámica de sistemas mecánicos encadenados, el estudio de filtros eléctricos, son ramas de las disciplinas fundamentales que se han enriquecido con los métodos que les proporciona el estudio de las ecuaciones en diferencias finitas. En esta nota nos proponemos indicar algunos ejemplos de utilización de esas ecuaciones al estudio de circuitos eléctricos con elementos lineales, pasivos y bilaterales.

01. — Es bien conocida la aplicación de las EE. DD. FF<sup>1</sup> a las líneas de transmisión de tramos lineales con escapes, o a su equivalente eléctrico, el circuito-filtro. Aunque las ecuaciones clásicas (Kirchhoff, Maxwell) para la solución de redes son aplicables en estos casos, el uso de variables discretas resume y precisa los sistemas lineales que resultan de la aplicación de aquellas, permitiendo, además una solución unificada del problema.

02. — Las EE. DD. FF. constituyen una rama de lo que debiera llamarse análisis de funciones (reales) de variables (reales) discretas. Dentro de ella queda incorporado el llamado cálculo de diferencias finitas, cuya presentación activa en el campo del análisis matemático se debe a G. Boole. En la actualidad la teoría de dichas ecuaciones está siendo activamente investigada, en vista de la proliferación de aquellas cuestiones en que son susceptibles de utilización, cuestiones que van desde el estudio de progresiones elementales hasta el análisis econométrico de fenómenos dinámicos; desde la interpolación numérica hasta el análisis secuencial; desde la discusión de las oscilaciones de trenes hasta la aplicación de los "métodos de relajación". Los tipos más conocidos son los lineales, para los cuales existen procedimientos sencillos de solución, y vastas posibilidades de empleo. Hasta el momento, los tipos de EE. DD. FF. no-lineales de orden genérico han sido poco estudiados, aunque es previsible que en un futuro no remoto hayan de ser activamente estudiadas para satisfacer las demandas que habrán de plantear la teoría de los sistemas plásticos, y la de circuitos eléctricos con elementos no-lineales.

1.0 — Se desea considerar enseguida la forma como dependen del número de sus unidades constituyentes, las resistencias (o impedancias) de algunas redes de las llamadas "iterativas", esto es, que se pueden constituir repitiendo ordenadamente un mismo sistema de conexiones elementales entre sus nodos. Sistemas eléctricos de esta clase se presentan frecuentemente en dispositivos electrónicos y en redes de distribuciones. Además, cada vez más se generalizan como modelos analógicos para estudiar otros problemas.

1.1. — Considérese un circuito eléctrico, como el esquematizado en la fig. 1, en el que cada conductor entre cada par de nodos tiene una misma resistencia óhmica,  $r$ . Designemos con  $R_n$  la resistencia de todo el sistema compuesto de  $n$  unidades básicas (parejas de nodos contiguos) entre 0 y el nodo " $n$ "; y con  $R_{n+1}$  la resistencia de la red, *añadida en otra unidad básica* (la pareja de nodos " $n$ " y " $n+1$ ") se tendrá para esta última

$$R_{n+1} = \frac{(R_n + r)r}{R_n + 2r} \quad (1.1.01)$$

por ser equivalente  $R_{n+1}$  al paralelo del conductor directo de 0 a " $n+1$ " (resistencia  $r$ ) con la serie de  $R_n$  y el conductor de " $n$ " a " $n+1$ " (resistencia  $r$ ).

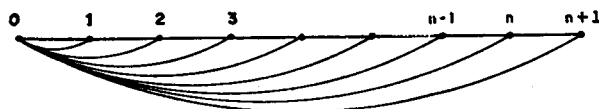


Fig. 1

La ecuación (1.1.01) puede ponerse

$$R_{n+1} R_n + 2r \cdot R_{n+1} - r R_n - r^2 = 0 \quad (1.1.02)$$

1.2. — La ecuación (1.1.02) es un tipo no lineal, que en la teoría de las EE. DD. FF. se conoce con el nombre de ecuación de Riccati. Por lo demás, es de coeficientes constantes, y su tratamiento es sencillo.

Como primer paso en su solución, introduzcamos la nueva variable  $Z_n$  definida por

$$Z_n = R_n - h \quad (1.2.01)$$

y tal que en la expresión resultante para la ecuación, esto es, en

$$Z_{n+1} Z_n + (h + 2r) Z_{n+1} + (h - r) Z_n + (h^2 + rh - r^2) = 0 \quad (1.2.02)$$

resulte nulo el término independiente:

$$h^2 + rh - r^2 = 0 \quad (1.2.03)$$

esta última condición da para  $h$  uno de los dos valores

$$h_1 = r(-1 + \sqrt{5})/2 \quad h_2 = r(-1 - \sqrt{5})/2$$

cuya elección se señalará oportunamente. Así, pues, satisfecha la (1.2.03), la ecuación (1.2.02) se escribe

$$Z_{n+1} Z_n + a Z_{n+1} + b Z_n = 0 \quad (1.2.04)$$

siendo  $a = h + 2r$ ,  $b = h - r$ . Dividiendo toda la ecuación (1.2.04) por el producto  $Z_{n+1} Z_n$  y designando con  $v_n = 1/Z_n$  al inverso de  $Z_n$ , resulta la ecuación

$$b v_{n+1} + a v_n + 1 = 0 \quad (1.2.05)$$

<sup>1</sup> EE. DD. FF.: "Ecuaciones en diferencias finitas".

que es lineal, inhomogénea, de coeficientes constantes. Su ecuación reducida

$$v_{n+1} + (a/b) v_n = 0 \quad (1.2.06)$$

admite soluciones de forma exponencial en  $n$

$$v_n^* = m^n \quad (1.2.07)$$

en términos de la cual la ecuación auxiliar

$$m + a/b = 0 \quad (1.2.08)$$

tiene como raíz única  $-a/b$ . De tal manera, la solución complementaria de (1.2.05) es

$$A(-a/b)^n \quad (1.2.09)$$

Es obvio que la constante  $-1/(a+b)$  es una solución particular de (1.2.05), en razón de lo cual, la solución general buscada es

$$v_n = A(-a/b)^n - 1/(a+b) \quad (1.2.10)$$

siendo  $A$  una constante arbitraria. Si para  $h$  se toma el valor  $h_1$  resulta

$$-a/b = (3 + \sqrt{5})/(3 - \sqrt{5}) = k_1 > 0$$

y si se toma el valor  $h_2$ , se tiene

$$-a/b = (3 - \sqrt{5})/(3 + \sqrt{5}) = k_2 > 0$$

Puede pues, ponerse, eligiendo definitivamente a  $h$  como  $h = h_1 = r(-1 + \sqrt{5})/2$  y  $k = k_1 =$

$(3 + \sqrt{5})/(3 - \sqrt{5})$ , es

$$v_n = A k^n - 1/r\sqrt{5} \quad (1.2.11)$$

La constante  $A$  puede evaluarse observando que, evidentemente

$$R_0 = 0 \quad (1.2.12)$$

y puesto que  $v_n = 1/(R_n - h)$ , esto significa:

$$v_0 = -\frac{1}{h} = \frac{2}{r} \frac{1}{1 - \sqrt{5}} \quad (1.2.13)$$

pues  $2h = r(-1 + \sqrt{5})$ . Substituyendo esa condición inicial (1.2.13) en (1.2.11), se escribe

$$\frac{2}{r} \frac{1}{1 - \sqrt{5}} = A - \frac{1}{r\sqrt{5}} \quad (1.2.14)$$

luego  $A = -(1 + \sqrt{5})/(5 - \sqrt{5})r$

$$r v_n = -\frac{1 + \sqrt{5}}{5 - \sqrt{5}} \left( \frac{3 + \sqrt{5}}{3 - \sqrt{5}} \right)^n - \frac{\sqrt{5}}{1} \quad (1.2.15)$$

Ahora bien, de (1.2.01) y teniendo en cuenta que  $Z_n = 1/v_n$  es claro que  $R_n = h + 1/v_n$  y por tanto

$$R_n = \frac{r\sqrt{5}}{2} - \frac{r}{2} - \frac{r}{\frac{1 + \sqrt{5}}{5 - \sqrt{5}} \left( \frac{3 + \sqrt{5}}{3 - \sqrt{5}} \right)^n + \frac{1}{\sqrt{5}}}$$

Esta sucesión (o función de la variable discreta  $n$ ) es la solución particular de la ecuación de Riccati. (1.1.02), sometida a la condición inicial  $R_0 = 0$ .

<sup>1</sup> Es bien sencillo comprobar que, en efecto esta clase de sucesiones es la solución de (1.2.05).

1.3 — Utilizando, bien sea la fórmula recurrente (1.1.01), o la ley de formación (1.2.16) se calcula fácilmente la sucesión  $R_n$  que resulta ser

$$R_0 = 0, R_1 = r/2, R_2 = 3r/5, R_3 = 8r/13, \\ R_4 = 21r/34, \dots$$

Si se disponen en una secuencia los numeradores y denominadores de las fracciones  $0/1, 1/2, 3/5, 8/13, 21/34, \dots$ , que son factores de  $r$  en los valores de  $R_n$ , se tiene la sucesión de los números

$$0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, \dots$$

que no es otra que la llamada de Fibonacci. Pudiérase decir que al expresar  $R_n/r$  como fracción racional (aritmética), y ordenar las fracciones obtenidas; se tiene que: a) cada numerador es la suma del numerador y del denominador de la fracción anterior; b) cada denominador es la suma del denominador de la fracción anterior y el numerador de la propuesta.

La demostración de esta conjetura es un ejercicio que se deja a la curiosidad del lector, y se apoya en la ecuación en DD.FF. (1.1.02).

2.0 — En el análisis de los circuitos de cuatro terminales está un amplio campo de aplicaciones para la teoría de las EE.DD.FF. que, al parecer, no ha sido suficientemente explorado, debido a que los muchos ingenieros electricistas que se ocupan de esos problemas técnicos no están familiarizados con el instrumental matemático de las EE.DD.FF, y los matemáticos —no muchos, por cierto— que investigan la teoría y los métodos de solución de tales ecuaciones no suelen ocuparse en el análisis de circuitos eléctricos.

Como muestra de uno de los varios géneros de problemas sobre circuitos de 4 terminales, se desea exponer aquí la solución de uno en particular, más a título de ejemplo que de tratamiento sistemático de los circuitos en cascada mediante el uso de EE.DD.FF, lo cual podría ser motivo de una investigación más detenida.

2.1 — El problema de que se tratará es el de analizar el circuito de 4 terminales, de los que suelen denominarse "de escalera", esquematizado en la fig. 2, constituido por la repetición de una misma unidad fundamental: un cuadrupolo simétrico (eléctricamente) respecto a ambos pares diagonales de nodos, y para el cual la resistencia entre cada par de nodos contiguos es una misma,  $r$ .

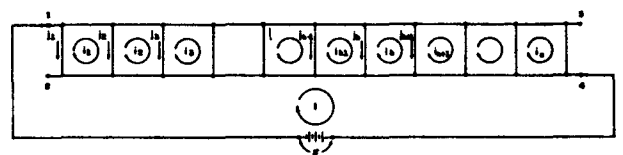


Fig. 2

Cuando se trata de determinar la resistencia entre dos cualesquiera de los 4 terminales, o cuando se analiza la red interpuesta, es costumbre formar los clásicos sistemas lineales con coeficientes dependientes de los parámetros eléctricos, y con las corrientes como incógnitas. Sin embargo, en casos como el que tratamos, es posible reducir todo el tratamiento a la solución de una ecuación en DDFF, muy sencilla por cierto.

Considérese el circuito esquematizado, en el cual todas las conexiones entre pares de nodos contiguos tienen una misma resistencia, mientras que el conductor que lo vincula a la fuente de FEM carece de resistencia. Descomponiendo el circuito en  $n + 1$  mallas de Maxwell (inclusive la del circuito externo) con sus respectivas corrientes asociadas, puede escribirse para la unidad genérica "h" de la red, la ecuación de la segunda ley de Kirchhoff,

$$i_{h+1} - 4i_h + i_{h-1} + I = 0 \quad (2.1.01)$$

que es una ecuación en DDFE, lineal, de coeficientes constantes, no-homogénea.

Para la ecuación reducida

$$i_{h+1} - 4i_h + i_{h-1} = 0 \quad (2.1.02)$$

existen soluciones exponenciales de la forma

$$i_h^* = C m^h$$

La correspondiente ecuación auxiliar

$$m^2 - 4m + 1 = 0 \quad (2.1.03)$$

posee las dos raíces  $m_1 = 2 + \sqrt{3}$ ,  $m_2 = 2 - \sqrt{3}$ , que permiten establecer la solución complementaria

$$C_1 m_1^h + C_2 m_2^h \quad (2.1.04)$$

Por otra parte, guiándonos por elementales consideraciones bien conocidas, se halla que una solución particular inmediata es la constante  $-I/2$ . De tal modo, la solución general de (2.1.01) se escribe

$$i_h = I (B_1 m_1^h + B_2 m_2^h + 1/2) \quad (2.1.05)$$

en donde se han escrito las constantes arbitrarias de manera que tengan carácter de constantes nulidimensionales, desde el punto de vista físico.

Las condiciones de frontera

$$i_0 = I \quad i_{n+1} = 0 \quad (2.1.06)$$

permiten poner:

$$\begin{aligned} B_1 + B_2 &= 1/2 \\ m_1^{n+1} B_1 + m_2^{n+1} B_2 &= -1/2 \end{aligned} \quad (2.1.07)$$

pareja de ecuaciones que forman un sistema lineal compatible por ser el determinante de los coeficientes no nulo:

$$m_2^{n+1} - m_1^{n+1} \neq 0$$

por ser  $m_1 \neq m_2$ . Se halla para las constantes arbitrarias

$$B_1 = \frac{m_2^{n+1} + 1}{2(m_2^{n+1} - m_1^{n+1})} \quad B_2 = -\frac{m_1^{n+1} + 1}{2(m_2^{n+1} - m_1^{n+1})} \quad (2.1.08)$$

y la solución general es

$$i_h = \frac{I}{2(m_2^{n+1} - m_1^{n+1})} \left[ m_2^{n+1} (m_1^h + 1) - m_1^{n+1} (m_2^h + 1) + m_1^h - m_2^h \right] \quad (2.1.09)$$

2.2 — Este resultado permite calcular, entre otras

cosas, las corrientes actuales por cada derivación del lado 1-3 al lado 2-4

$$j_h = \frac{I}{2(m_2^{n+1} - m_1^{n+1})} \left[ (m_2^{n+1} + 1) m_1^{h-1} - (-1 - \sqrt{3}) - (m_1^{n+1} + 1) m_2^{h-1} (-1 + \sqrt{3}) \right] \quad (2.2.01)$$

Es posible calcular también, la resistencia equivalente de toda la red. En efecto, para el circuito externo puede escribirse:

$$I(n+1)r - r \sum_{k=1}^{k=n} i_k = E \quad (2.2.02)$$

y como la resistencia equivalente es en este caso  $R = E/I$  vale

$$\frac{R}{r} = n + 1 - \frac{\sum_{k=1}^{k=n} i_k}{I} \quad (2.2.03)$$

$$\frac{R}{r} = 1 + \frac{n}{2} - \frac{1}{2(m_2^{n+1} - m_1^{n+1})} \left[ (m_2^{n+1} + 1) \sum_{k=1}^{k=n} m_1^k - (m_1^{n+1} + 1) \sum_{k=1}^{k=n} m_2^k \right] \quad (2.2.04)$$

2.3 — Si se cambiara el contacto del punto 1 al punto 2 (fig. 2) el problema habría de resolverse de idéntica manera, a menos de las condiciones de frontera válidas para determinar las constantes arbitrarias que son, en tal caso

$$i_0 = 0 \quad i_{n+1} = 0$$

2.4 — Una situación más interesante se presenta cuando las conexiones al circuito se hacen en los terminales 1 y 2, porque entonces la ecuación en DDFE es homogénea

$$(2.4.01)$$

y la introducción de las condiciones de frontera  $i_0 = I$ ,  $i_{n+1} = 0$  en la solución general

$$i_h/I = B_1 m_1^h + B_2 m_2^h \quad (2.4.02)$$

da lugar al sistema lineal:

$$\left. \begin{aligned} B_1 + B_2 &= 1 \\ m_1^{n+1} B_1 + m_2^{n+1} B_2 &= 0 \end{aligned} \right\} (2.4.03)$$

De la solución de esta pareja de ecuaciones se desprende

$$\frac{i_h}{I} = \frac{m_2^{n+1} m_1^h - m_1^{n+1} m_2^h}{m_2^{n+1} - m_1^{n+1}} \quad (2.4.04)$$

de donde

$$\frac{i_1}{I} = \frac{m_2 m_1 (m_2^n - m_1^n)}{m_2^{n+1} - m_1^{n+1}} = \frac{m_2^n - m_1^n}{m_2^{n+1} - m_1^{n+1}} \quad (2.4.05)$$

ya que  $m_1 m_2 = 1$ , dado su carácter de raíces de (2.1.03). Entonces la primera corriente de rama, de 1-3 hacia 2-4, designada con  $j_1 = I - i_1$  es:

$$j_1 = I \frac{m_2^{n+1} - m_1^{n+1}}{(1 - \sqrt{3})m_2^n - (1 + \sqrt{3})m_1^n} \quad (2.4.06)$$

Y la ecuación de voltajes para el circuito externo (a través de la pila)

$$E - Ir + i_1 r = 0$$

da para la resistencia equivalente  $R = E/I = j_1 r/I$ , es

$$R = r \frac{(1 - \sqrt{3})m_2^n - (1 + \sqrt{3})m_1^n}{m_2^{n+1} - m_1^{n+1}} \quad (2.4.07)$$

2.5 — Pudieran prolongarse los ejemplos que muestran la fecundidad de las EE.DD.FF. cuando se aplica al análisis de estos tipos de circuitos eléctricos. Sin embargo, bastará al propósito de esta nota agregar un solo caso, a manera de ilustración del tratamiento de un sistema lineal de EE.DD.FF.

3.1. — Considérese el circuito esquematizado en la fig. 3, constituido por un encadenamiento de unidades consecutivas, alimentado todo él por una fuente de FEM de voltaje  $V$  unidireccional y constante. Las resistencias en cada tramo de los lados  $AB, A'B'$ , son iguales, de valor óhmico  $r$ , y las resistencias en los tramos transversales tienen todas un mismo valor  $R$ . Es evidente que si el circuito se alimenta con una FEM sinusoidal estacionaria, y se sustituyen las resistencias por impedancias, el planteo del problema y su solución se mantienen inmodificados, salvo que en el último caso voltajes, corrientes e impedancias serán, en general, números complejos.

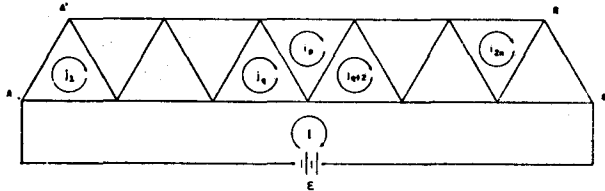


Fig. 3

Es bien claro que las corrientes de malla que pertenecen a la sucesión designada  $[i_k]$  obedecen una ecuación que las relaciona con la de las mallas contiguas, diferente a la que corresponde a las corrientes de la sucesión  $[j_h]$ . Por otra parte, las corrientes  $i$  comportan subíndices pares y las corrientes  $j$  comportan subíndices impares.

De tal manera, designando con  $p$  la variable que recorre la sucesión  $2, 4, 6, 8, 10, \dots$ , y con  $q = p - 1$  la que recorre la sucesión  $1, 3, 5, 7, 9, \dots$ , pueden escribirse las ecuaciones de mallas, de acuerdo con la ley de Kirchhoff (ver fig. 3).

$$(3.1.01.a) \quad (2R + r) i_p - R(j_a + j_{a+2}) = 0$$

$$(3.1.01.b) \quad (2R + r) j_a - R(i_p + i_{p-2}) = I r$$

Estas dos, forman un sistema lineal de EE.DD.FF., para las dos variables  $i_p, j_a$ , dependientes de la variable independiente discreta  $q = p - 1$  (o bien  $p = q + 1$ ).

3.2. — De (3.1.01.a) se tiene

$$(3.2.01) \quad i_p = \frac{R}{2R + r} (j_a + j_{a+2})$$

de manera que

$$(3.2.02) \quad i_{p-2} = \frac{R}{2R + r} (j_{a-2} + j_a)$$

Substituyendo (3.2.01) y (3.2.02) en (3.1.01.b) se encuentra:

$$(3.2.03) \quad j_{a+2} - 2aj_a + j_{a-2} = -I b$$

siendo  $2a = (2 + c)^2 - 2$ ,  $b = c(2 + c)$ ,  $c = r/R$ . Nótese que por ser  $c > 0$ , es siempre  $2a > 2$ ,  $a > 1$ ,  $b > 0$ .

Despejando  $j_a$  de (3.1.01.b) y substituyéndolo con  $j_{a+2}$  en (3.1.01.a), se tiene

$$(3.2.04) \quad i_{p+2} - 2a i_p + i_{p-2} = -2I c$$

El par de ecuaciones (3.2.03), (3.2.04), es equivalente al par (3.1.01.a), (3.1.01.b), y contiene las variables separadamente.

3.3. — La ecuación reducida de (3.2.04), es

$$i_{p+2}^* - 2a i_p^* + i_{p-2}^* = 0$$

y poniendo  $p = 2k$ , ( $k = 1, 2, 3, 4, \dots, n$ ), al asumir soluciones de la forma  $A e^{2\beta k}$ , da lugar a la ecuación (auxiliar).

$$(3.3.01) \quad e^{2\beta} - 2a + e^{-2\beta} = 0$$

de la cual resulta  $a = \cosh 2\beta$ . —  $\beta$  admite, pues, los dos valores  $\beta_1 = | \cosh^{-1} a | / 2$  (\*)  $\beta_2 = -\beta_1$ , así que siendo  $\beta_1 = u$ , es  $\beta_2 = -u$ .

La solución complementaria de (3.2.04) se puede poner finalmente y la solución general es:

$$i_{2k} = IB_1 \cosh 2uk + IB_2 \sinh 2uk + 2I/(4 + c),$$

observando que una solución particular es  $Ic/(a - 1) = 2I/(4 + c)$ .

Puede comprobarse inmediatamente sobre la misma fig 3 que la solución encontrada debe cumplir las condiciones de frontera  $i_0 = 0$ ,  $i_{2(n+1)} = 0$ . En consecuencia, debe ser

$$\begin{cases} B_1 = -2/(4 + c) \\ B_1 \cosh 2u(n + 1) + B_2 \sinh 2u(n + 1) = -2/(4 + c) \end{cases}$$

y se deduce para la solución general la función

$$i_{2k} = \frac{2I}{4 + c} \left[ 1 - \cosh 2uk + a \sinh 2uk \right]$$

siendo  $a = [-1 + \cosh 2u(n + 1)] / \sinh 2u(n + 1)$

3.4. — Haciendo  $q = 2k - 1$ , la ecuación reducida de (3.2.03), que es

$$(3.4.01) \quad j_{a+2}^* - 2a j_a^* + j_{a-2}^* = 0$$

da lugar a la auxiliar:

$$(3.4.02) \quad e^{2\epsilon} - 2a + e^{2\epsilon} = 0$$

previa la presunción de soluciones de la forma  $j_{2k \pm 1} = A e^{2\epsilon k}$ . La ecuación (3.4.02) admite también para  $\epsilon$  las dos raíces  $u, -u$ .

Por otra parte, se puede constatar en seguida que una solución particular es  $Ib/(2a - 2) = I(2 + c)/(4 + c)$ . Luego, la solución general es la expresión:

$$j_{2k-1} = IC_1 \cosh 2uk + IC_2 \sinh 2uk + I(2 + c)/(4 + c)$$

que, en general debe cumplir la condición

$$(3.1.01.b) \quad (2R + r) j_{2k-1} - R(i_{2k} + i_2(k - 1)) = I r$$

(\*)  $\beta_1$  existe y es real, por ser  $a > 1$ .

de la cual se deduce que las constantes  $C_1, C_2$ , son

$$C_1 = \frac{2}{4+c} \frac{-a\sqrt{a^2-1} - (1+a)}{2+c}, \quad C_2 = \frac{-2}{4+c} \frac{\sqrt{a^2-1} - a(1+a)}{2+c}$$

3.5. — Si se designan con  $T_1, T_2, T_3, \dots, T_{2n+1}$  los triángulos consecutivos que forman la red, se podrá calcular sencillamente la corriente de rama del lado común a los triángulos  $T_q, T_p$ , que será de magnitud igual a la de la diferencia  $i_p - i_q$ .

$$I_{q,p} = i_{2k} - i_{2k-1} = I [1 - (C_1 - B_1) \cosh 2uk - (C_2 - B_2) \sinh 2uk]$$

Y la corriente de rama por el lado común a  $T_{p,q} \mp 2$  es

$$I_{p,q+2} = i_{2(k+1)} - i_{2k} = I(C_1 a + C_2 \sqrt{a^2-1} - B_1) \cosh 2uk + I(C_2 a + C_1 \sqrt{a^2-1} - B_2) \sinh 2uk - I$$

3.6. — La ecuación de malla del circuito exterior (fuente de FEM y lado AB de la red) se escribe:

$$E - (n+1)Ir + r \sum_{k=1}^{k=n+1} j_{2k-1} = 0$$

y substituyendo la expresión para  $j_{2k-1}$

$$\frac{E}{r} = (n+1)I - IC_1 \sum_{k=1}^{k=n+1} \cosh 2uk - IC_2 \sum_{k=1}^{k=n+1}$$

$$\sinh 2uk + I \frac{(n+1)(2+c)}{(4+c)}$$

De esta expresión se obtiene la resistencia equivalente  $P = E/I$  de toda la red

$$\frac{P}{r} = 2(N+1) \frac{3+c}{4+c} - C_1 \sum_{k=1}^{k=n+1} \cosh 2uk - C_2 \sum_{k=1}^{k=n+1} \sinh 2uk$$

y evaluando las sumas sobre las funciones hiperbólicas, se obtiene:

$$\frac{P}{r} = 2(n+1) \frac{3+c}{4+c} - \frac{C_1}{2} \left[ \frac{2}{a-1} \sinh (2n+3)u - 1 \right] - \frac{C_2}{2} \left[ \frac{1}{a-1} \cosh (2n+3)u - \cosh u \right]$$

expresión ésta que puede calcularse para calcular la resistencia total  $P$  en términos de  $r$ .

3.7. — Es posible aducir varios otros ejemplos para ilustrar las posibilidades de aplicación de las EE. DD. FF. al análisis de circuitos eléctricos y al de estructuras mecánicas con las cuales guardan estrecha analogía. Por lo pronto el autor quedará más que satisfecho si esta breve nota sirviera al menos para incitar la inteligencia de colegas más capaces o de alumnos aventajados a ocuparse de estos temas.

# 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 séduits, enchaînés 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).

Únicamente 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<sup>1</sup>. 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 quisieramos 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.

<sup>1</sup> L. G. Durán S., "Programa de Investigación Científica Sistemática para la Facultad de Geología y Geofísica de la Universidad Nacional", Revista del Petróleo, N° 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; luego 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 Arquímedes, frente a Platón y Aristóteles<sup>1</sup>.

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<sup>2</sup>. 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<sup>3</sup>. Leyendo, o aun cuando 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<sup>4</sup>, 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.

<sup>1</sup> A. Lalande, "Las Teorías de la Inducción y la Experimentación", Losada, S. A., Buenos Aires, 1944.

<sup>2</sup> K. F. Dallmus, "Mechanics of Basin Evolution, etc.", en "The Habitat of Oil", Amer. Assoc. of Petr. Geologists, Tulsa, 1958.

<sup>3</sup> A. I. Levorsen, comunicación personal, 1961.

<sup>4</sup> 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<sup>1</sup>, de Indiana y Nevin<sup>2</sup>, 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, desprecupándose 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 contribuir 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"<sup>3</sup>.

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.

<sup>1</sup> W. D. Thornbury, "Principles of Geomorphology", John Wiley & Sons, N. York, 1954.

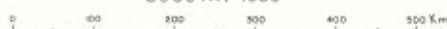
<sup>2</sup> C. M. Nevin, comunicación personal, 1960.

<sup>3</sup> J. Ortega y Gasset, "Misión de la Universidad", Obras Completas, Rev. de Occidente, Madrid, 1930.

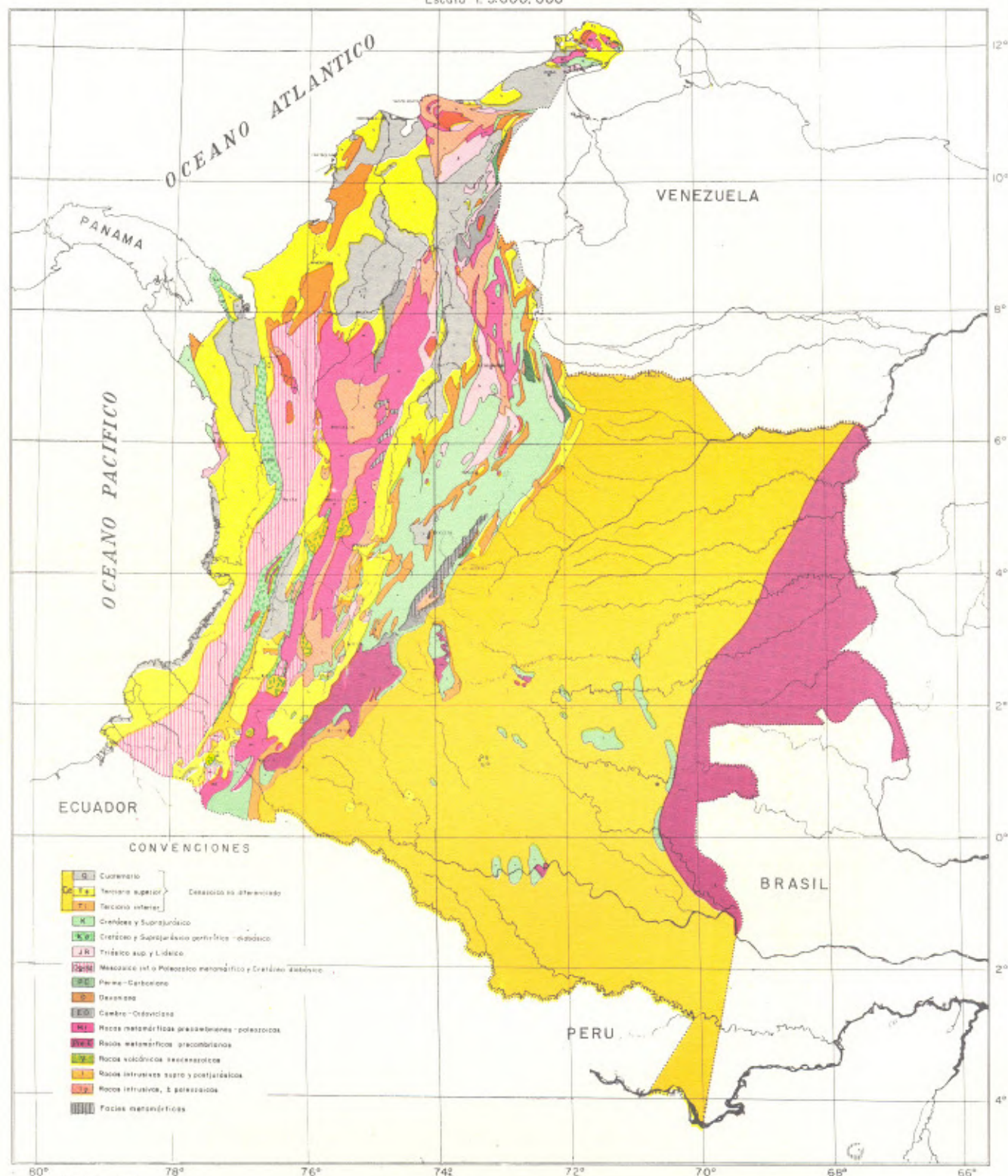
# MAPA GEOLOGICO GENERAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS  
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

BOGOTA, 1959



Escala 1:5.000.000



Al hacer la reproducción facsímil de este mapa modificado por el doctor Hans Bürgli, 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]<sup>1</sup> 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 TULLIO OSPINA (1911) la columna vertebral de los Andes colombianos, que está constituida 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, anfíbolitas 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

<sup>1</sup> Las letras y cifras entre corchetes se refieren a las coordenadas en el mapa de la figura 41.

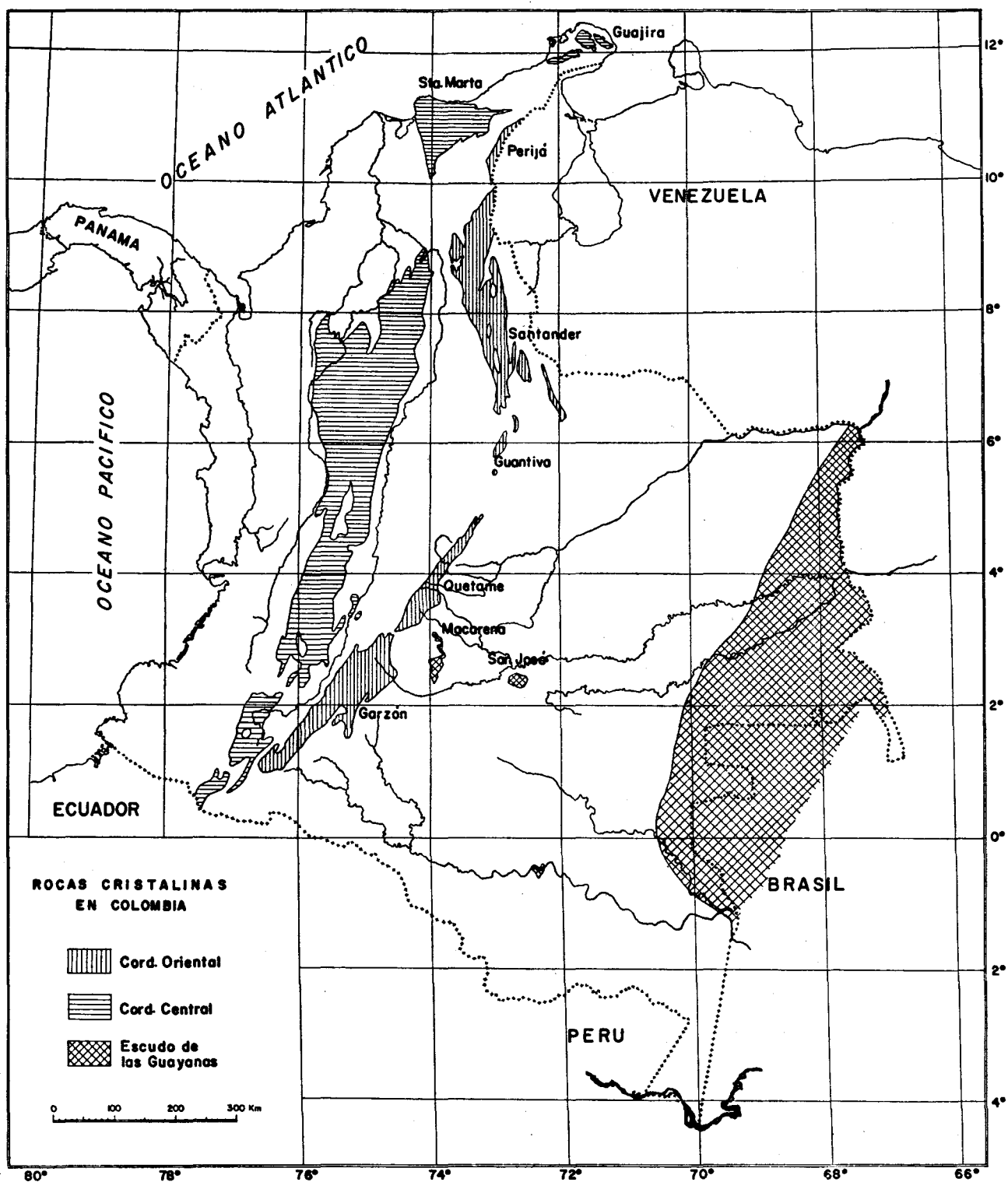


Fig. 1 — Distribución de rocas cristalinas del Precambriano y Paleozoico antiguo en Colombia; están situadas en la Cordillera Central, la Sierra Nevada de Santa Marta y la Alta Guajira, en los Macizos antiguos de la Cordillera Oriental (Garzón, Quetame, Guantiva, Santander, Perijá), en La Macarena y en el Escudo de Las Guayanas.

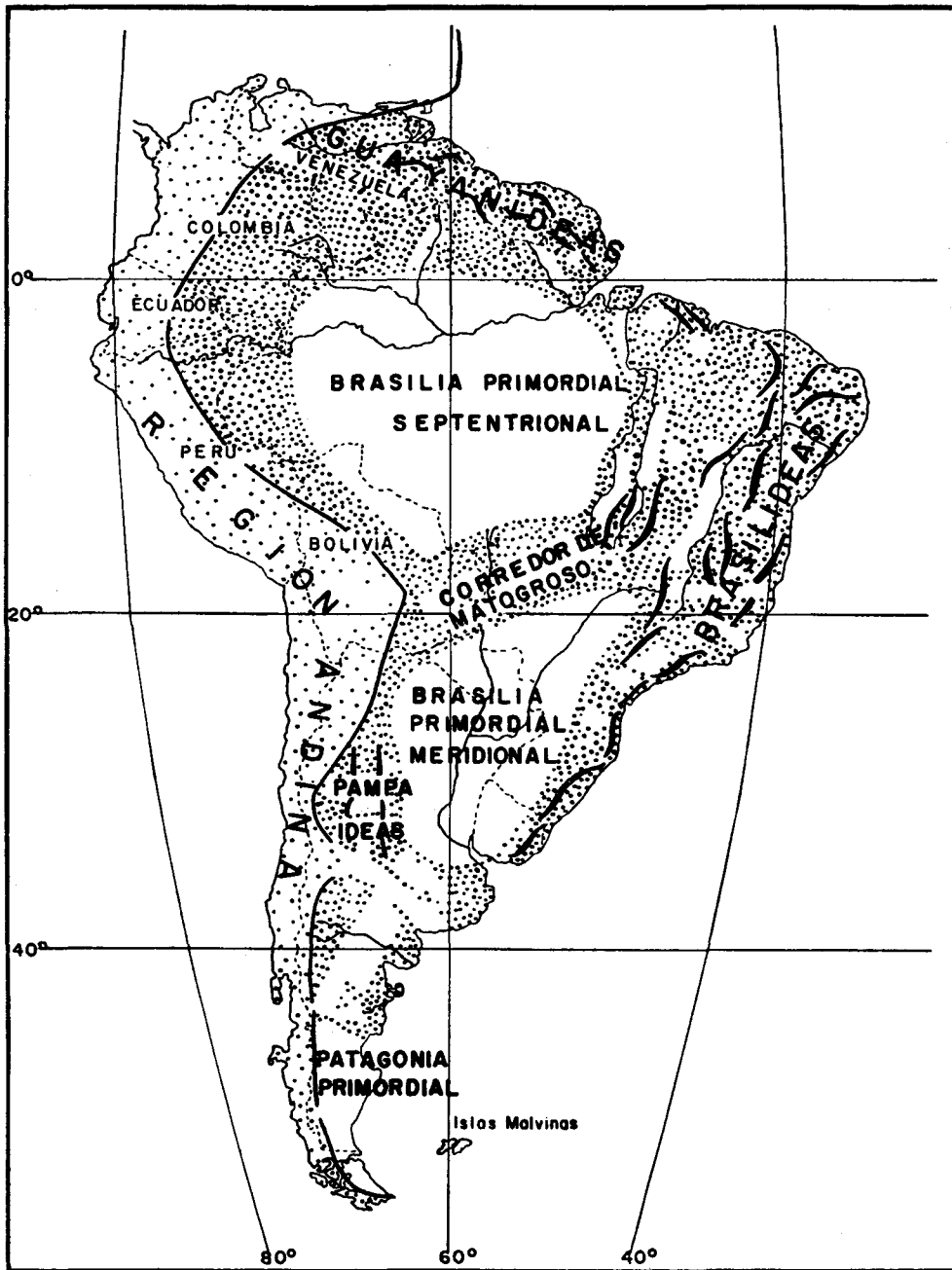


Fig. 2 — Las partes de Suramérica consolidadas antes del Cambriano según H. STILLE 1958 (modificado). En blanco dentro del continente: Suramérica primordial, consolidada antes del Neo-Algonquiano; puntos gruesos: regiones consolidadas por los plegamientos asínticos, es decir durante el Neo-Algonquiano; puntos finos: Región andina.

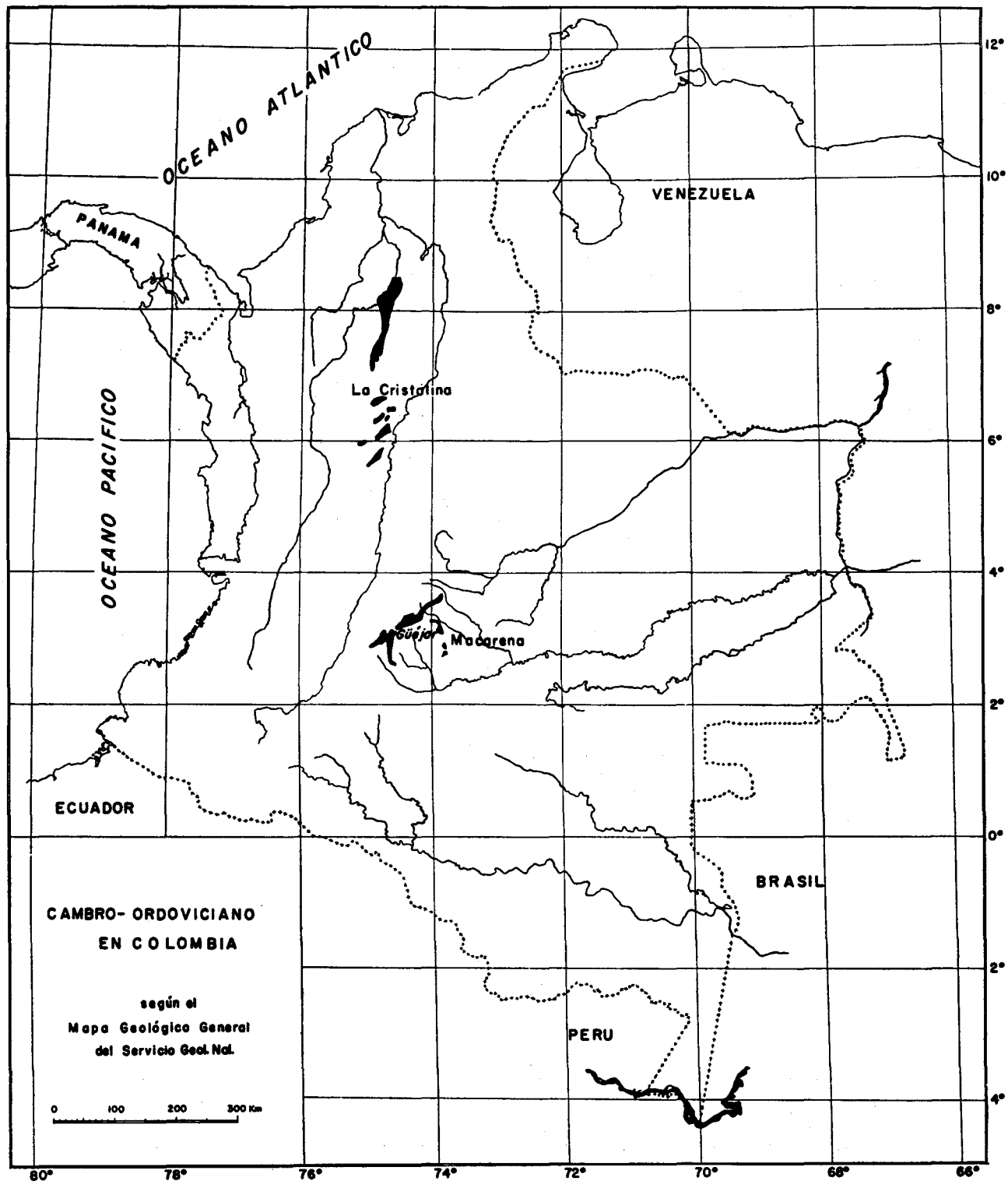


Fig. 3 - Afloramientos fosilíferos del Cambro-Ordoviciano en Colombia.

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-ordoviciano. 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 grafiticos, filitas cuarcíticas con intercalaciones de calizas cristalinas, a veces un poco cuarcíticas y grafiticas, 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 doleríticas 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-ordoviciano, 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



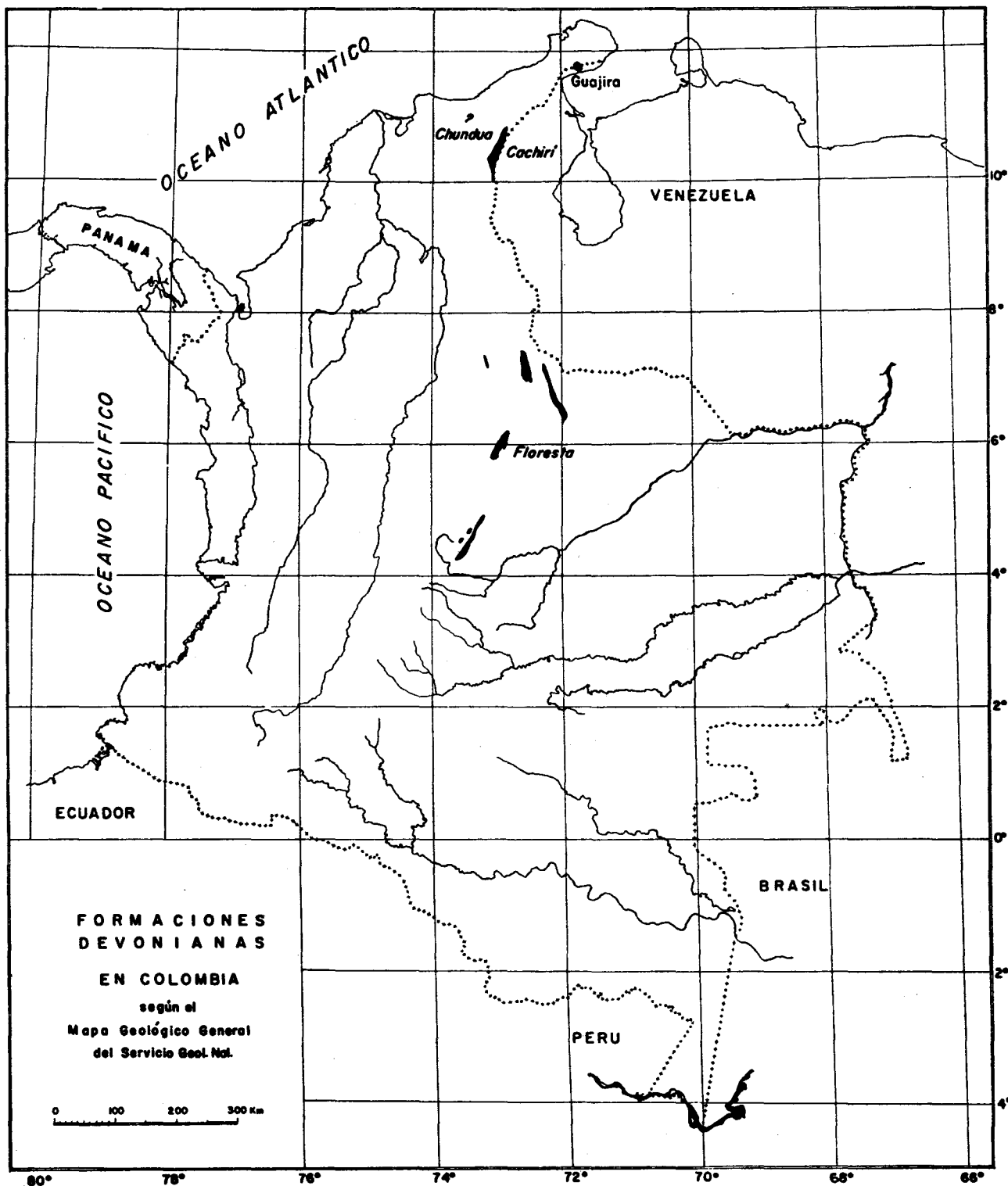


Fig. 4 — Afloramientos del Devoniano Medio en Colombia.

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 erosionadas 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<sup>1</sup>. Tal vez a las mismas regiones (Curumani-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. TULLIO 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, cartas 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 Curumani-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

<sup>1</sup> No en la Península de la Guajira en sentido estricto como lo cita CH. SCHUCHERT 1935, p. 672.

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.

### 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.

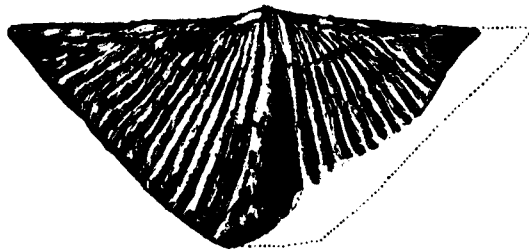


Fig. 5 — *Brachyspirifer* (?) *palmerae* CASTER del Devoniano Medio de Floresta, según K. E. CASTER 1939.

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.

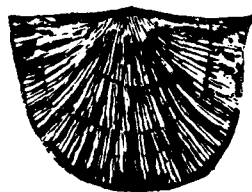


Fig. 6 — *Stropheodonta* *kozlowskii* CASTER del Devoniano Medio de Floresta, según K. E. CASTER 1939.

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 Villaviciencio [F9], Roberto Scheibe halló un guijarro de unos diez centímetros de diámetro, compuesto de grauvacka arenosa 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 pertenece a la parte media del Devoniano.

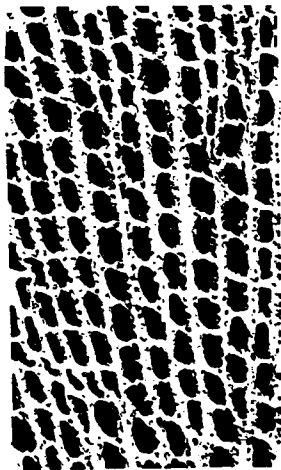


Fig. 7 — *Fenestellina colombiana* McNAIL del Devoniano medio de Floresta, Boyacá. Según McNAIL, 1940.

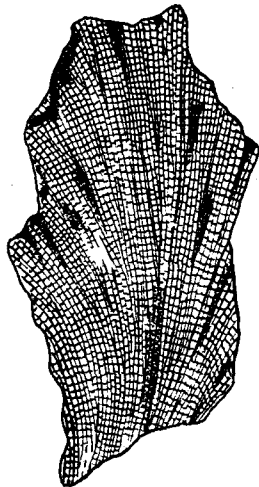


Fig. 8 — *Fenestella venezuelensis* WEISBORD del Devoniano medio del Río Cachiří; según WEISBORD 1926.

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 Onondagian 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 sep-

trientonal 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 intruidos 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

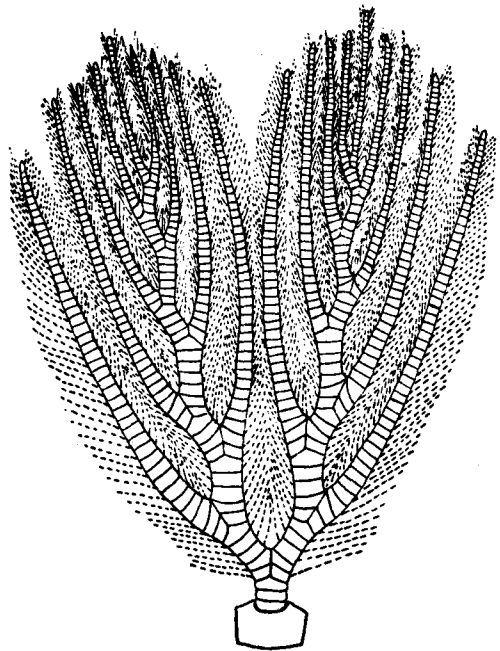


Fig. 9 — *Bogotacrinus scheibei* W. E. SCHMIDT; reconstrucción de los brazos de un radio, según W. E. SCHMIDT 1938.

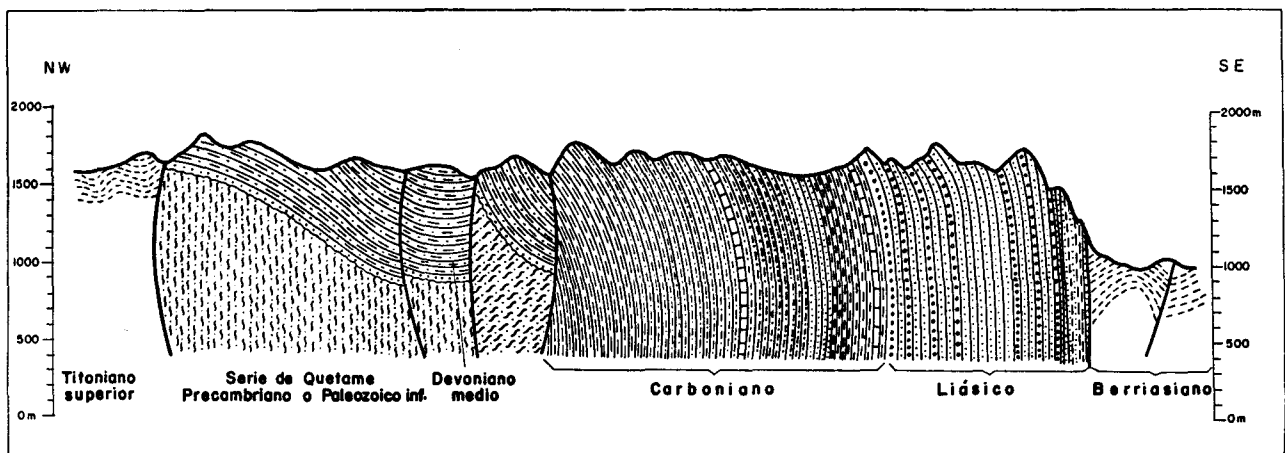


Fig. 10 — Corte a través del Precretáceo del río Batá en el Macizo de Quetame.

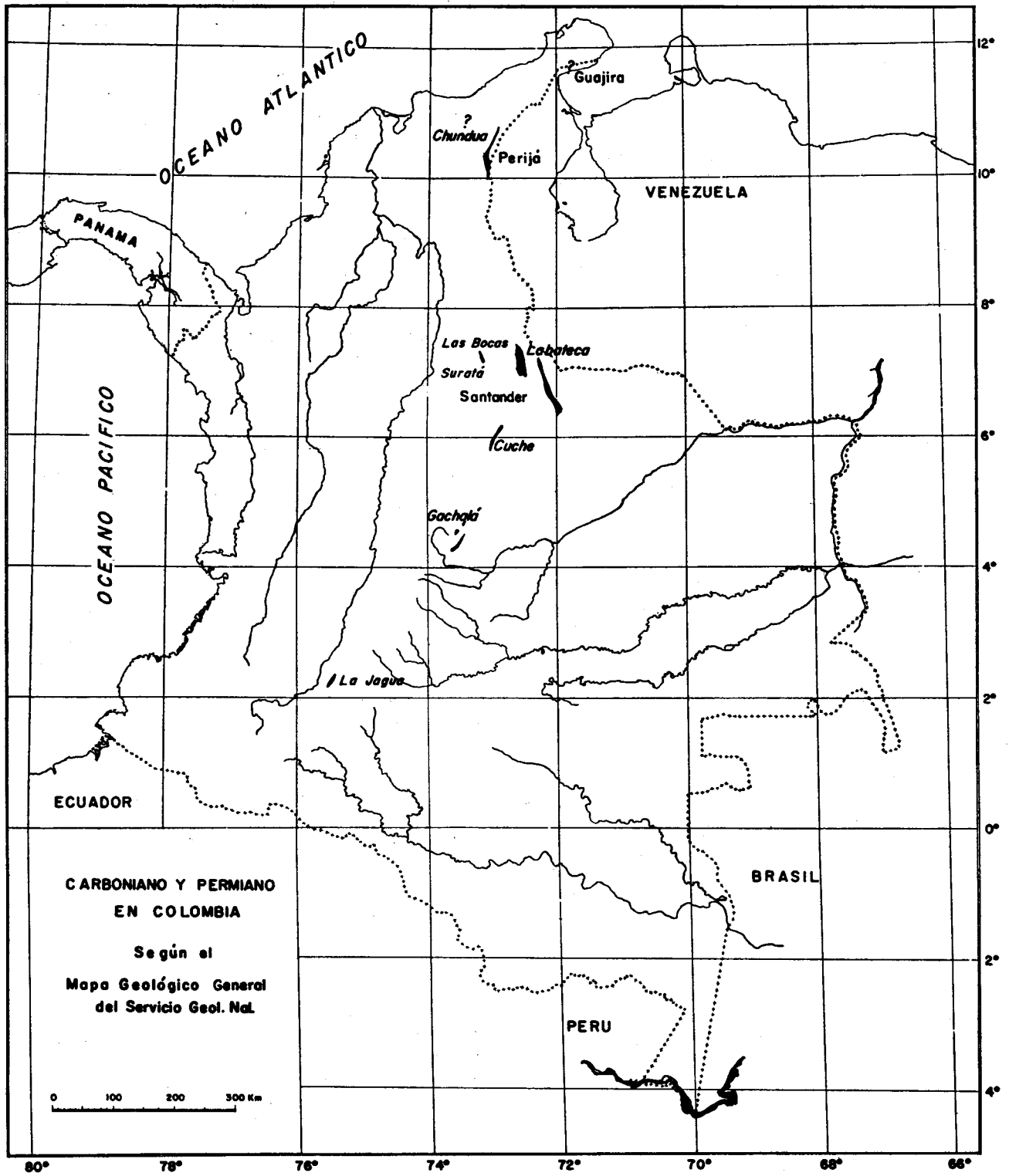


Fig. 11 — Afloramientos del Carboniano y Permiano en Colombia.

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 Cucho (=? 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 grafiticos, 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 metamorizados, 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 Cucho* en el Macizo de Guantiva. Pero faltan allí las intercalaciones calcáreas fosilíferas y la edad carboniana está indicada por un solo hallazgo del Lamelibranquio *Palaconeilo 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<sup>1</sup>.

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, Cicadofilicinae (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-

<sup>1</sup> El autor expresa su agradecimiento al Dr. A. Maurenbrecher estratógrafo-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

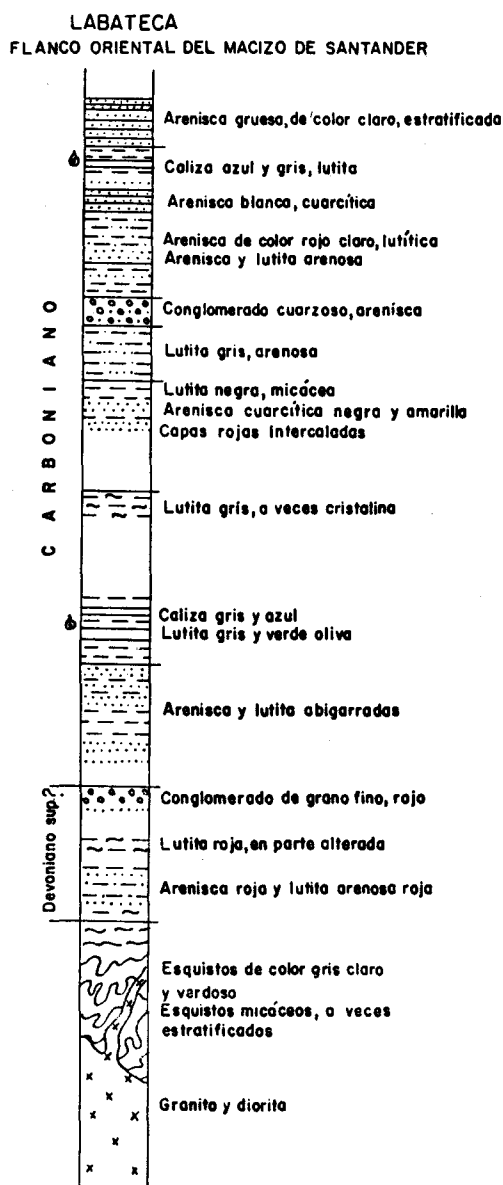
### Rocas y faunas

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

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. Haight 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.



DIB. Clara de Paule

Fig. 12 — Columna estratigráfica del Pre-Girón de Labateca en el flanco oriental del Macizo de Santander, según E. Hubach en TRUMPY 1943.

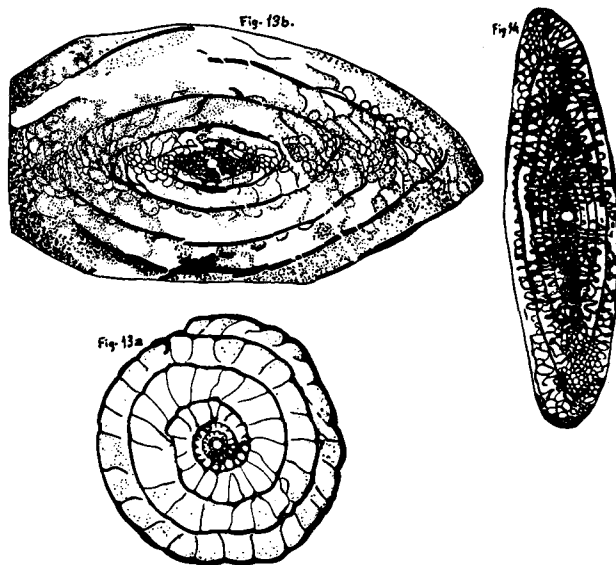


Fig. 13 — Secciones sagitales y axiales del Foraminífero *Pseudoschwagerina dallmuisi* THOMPSON MILLER? del Permiano de la quebrada Manaure, 4,5 km. E Manaure, Departamento de Magdalena. Aumento 10x. Según THOMPSON & MILLER 1949. Fig. 14 — Sección axial de *Parafusulina trumpyi* THOMPSON & MILLER, del 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-titonia 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 riódacíticas 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-

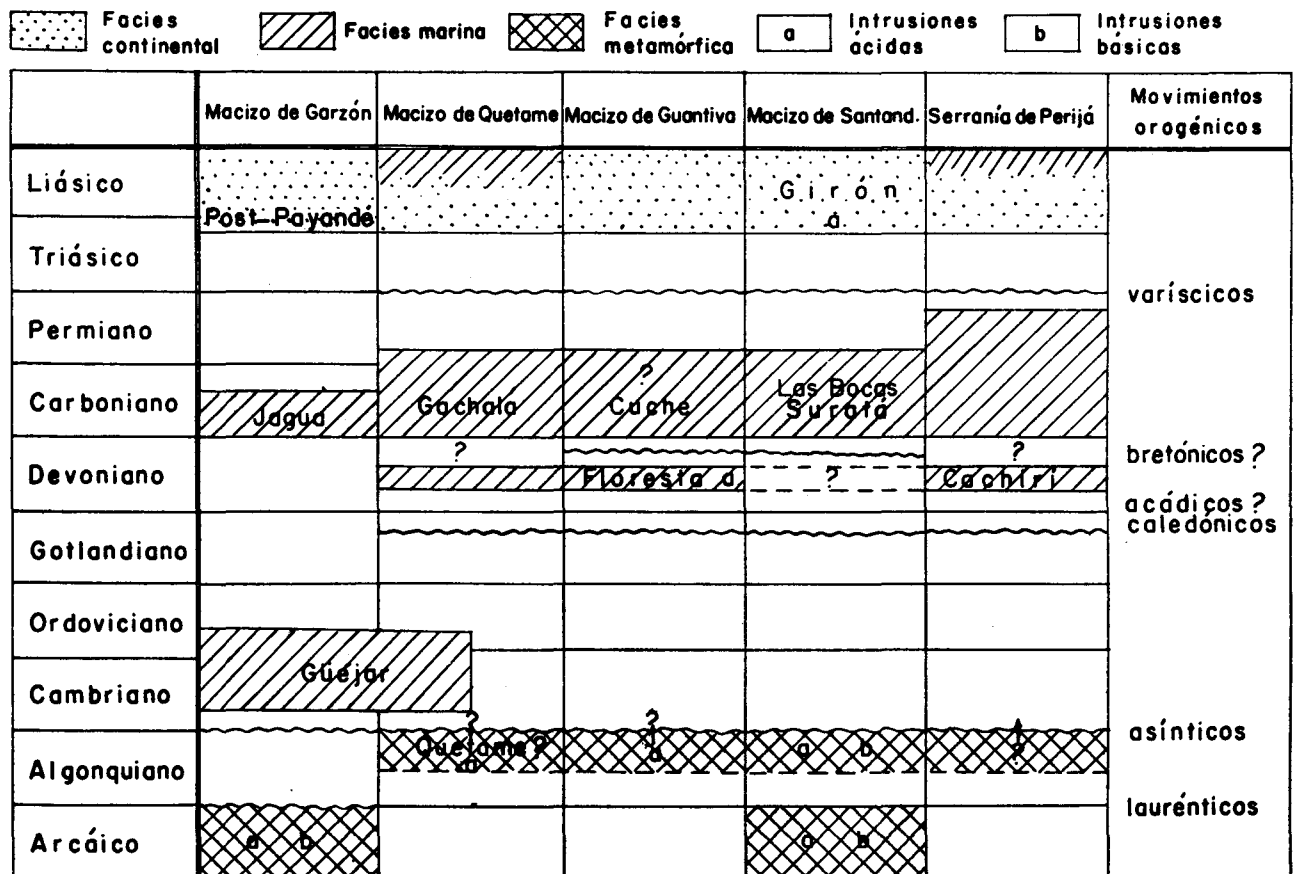


Fig. 15 — Estratos pre-titonianos en los macizos antiguos de la Cordillera Oriental.

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 reticolíásica 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 (DICKY 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 nuevamente 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 Ostrácos), 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 taponos 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)



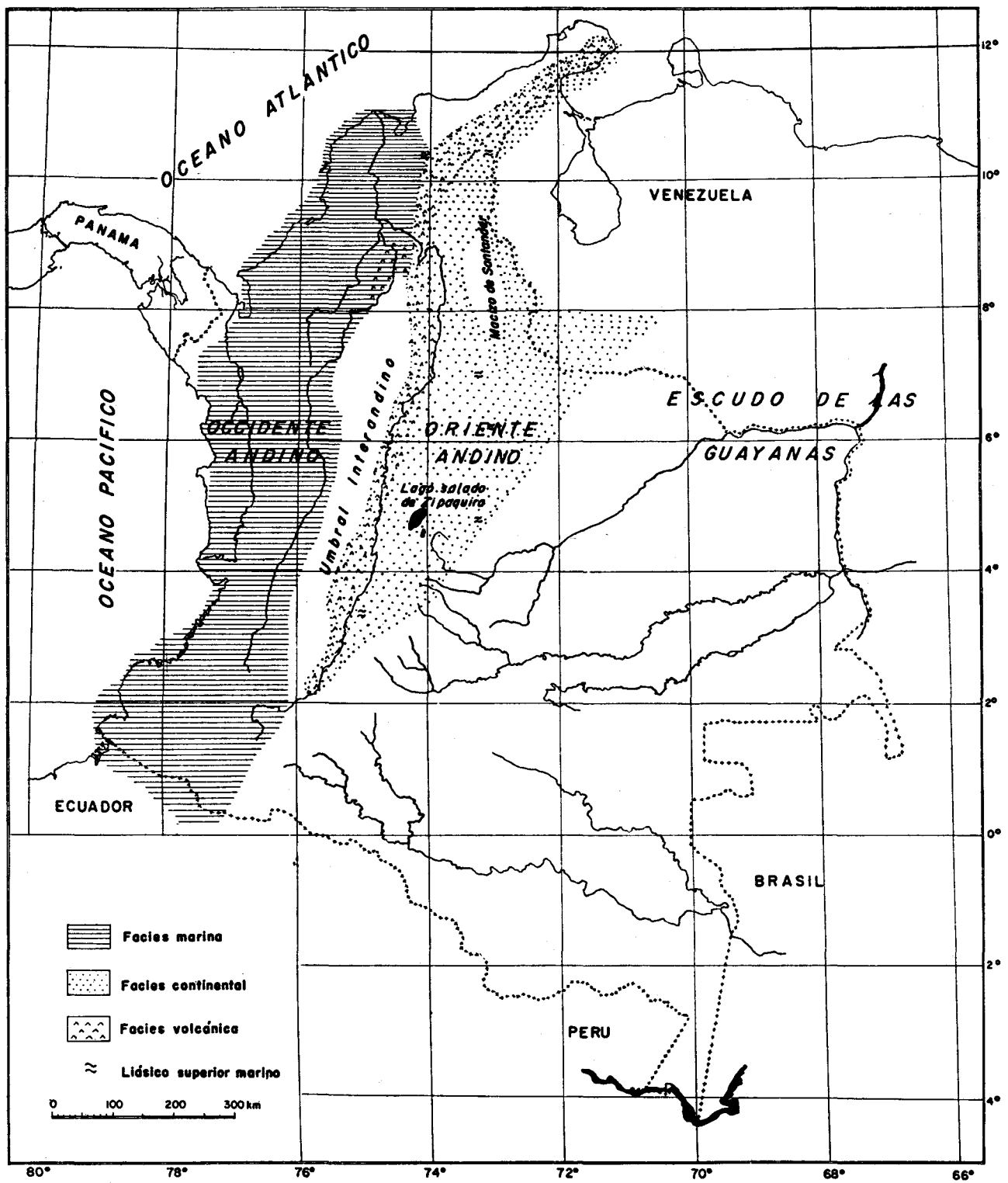


Fig. 16 — Sedimentos del Rético-Liásico en Colombia.

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*, *Psilocoeras*?) 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 agassizica 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 TULLIO 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 grafiticos, 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 silíceas grafiticas, 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 silíceas 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 <sup>4</sup> .....	} Grupo Diabásico en facies porfirítica con muchos sedimentos	
p <sup>3</sup> .....		
p <sup>2</sup> .....		Formación Liberia (J. Keizer)
p <sup>1</sup> .....		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 afectaron 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, meláfiro, diabasas y parientes"; E. HUBACH & B. ALVARADO (1934) la llamaron "Grupo de Faldequera" 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, metáfiro) y en la superior, casi exclusivamente básicas (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 Ácida" 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 silíceas 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:

- En la carretera Popayán-Coconuco [C11], 25 km. de Popayán, E. HUBACH colectó en el Piso del Pesar, que forma la base del Grupo Porfirítico-Diabásico, *Lamberticeras lamberti* (SOWERBY) y *Quenstedtoceras cf. leachi* (SOWERBY), que determinan la edad de estos estratos como Caloviano superior.
- 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.
- 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, *Arcopegia? 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.
- 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).
- En la Quebrada San Marcos, al sur de Vijes [C10], H. W. NELSON (1957, p. 55) colectó en lutitas silíceas *Inoceramus cf. peruanus* BRÜGGEN y *Guembelina*, que es también una asociación típica del límite Turoniano-Senoniano.
- 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.
- 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 agasizica 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 transgresiones 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.

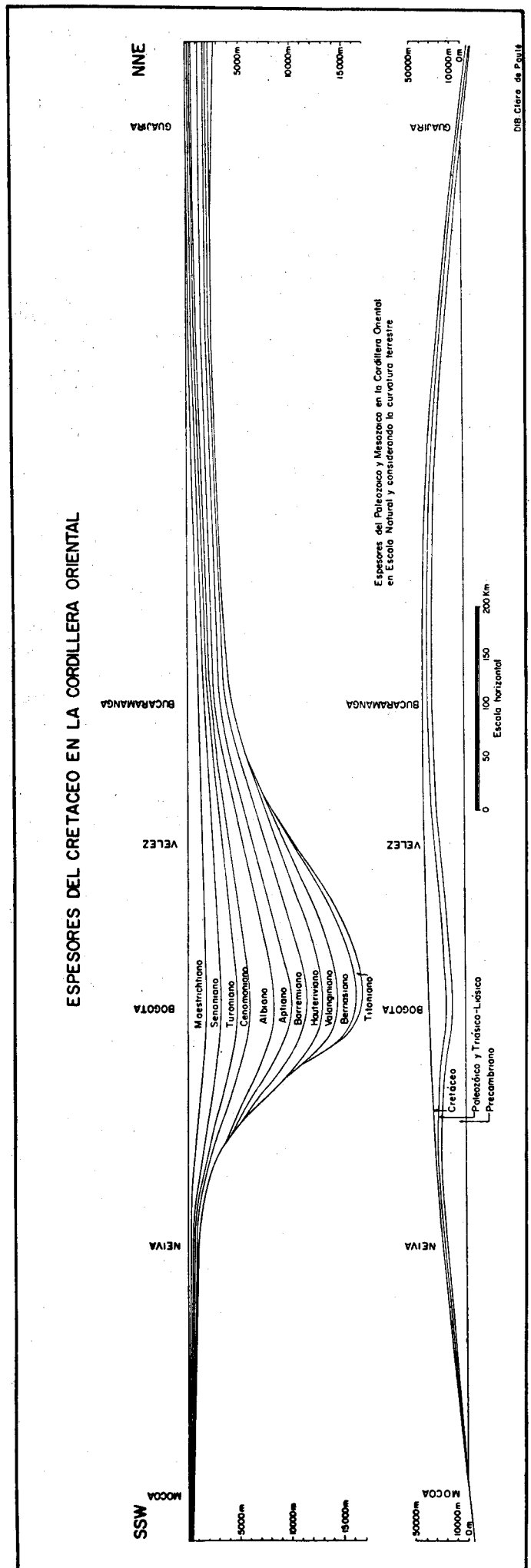


Fig. 18 — Potencias de los pisos cretáceos de la Cordillera Oriental a lo largo de la línea Mocoa (Sur) — Guajira (Norte). En el croquis inferior, las extensiones horizontal y verticales muestran la relación natural, mientras que en croquis superior, las extensiones verticales están exageradas diez veces.

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 bousingaultii* 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 sollevados 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 cretácea 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)<sup>1</sup>. 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.

<sup>1</sup> Otros geólogos que estudiaron la Arenisca de Roraima la consideran de edad paleozoica.

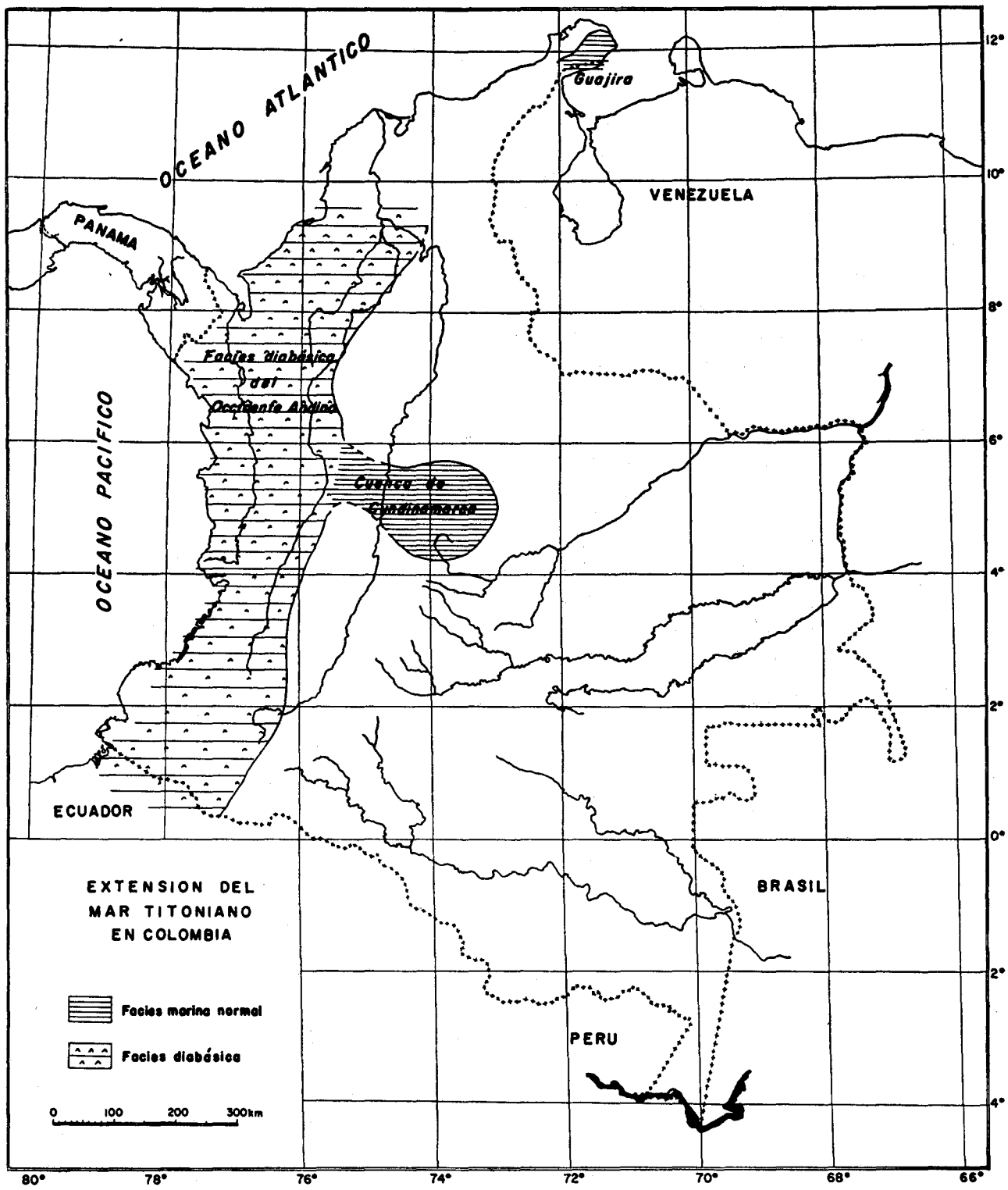


Fig. 19 — Extensión del mar en el titoniano en Colombia.

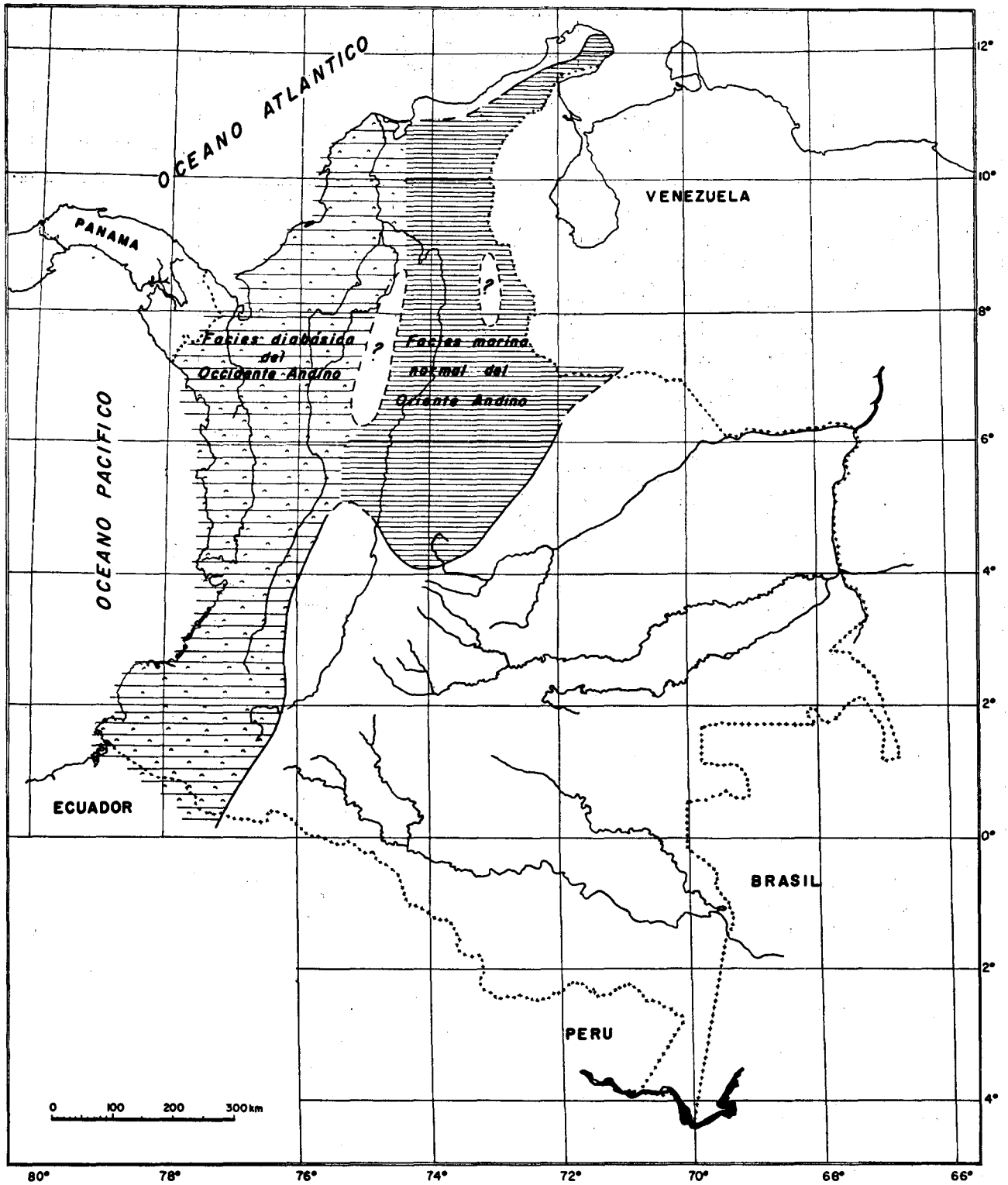


Fig. 20 — Extensión del mar en el hauteriviano en Colombia.

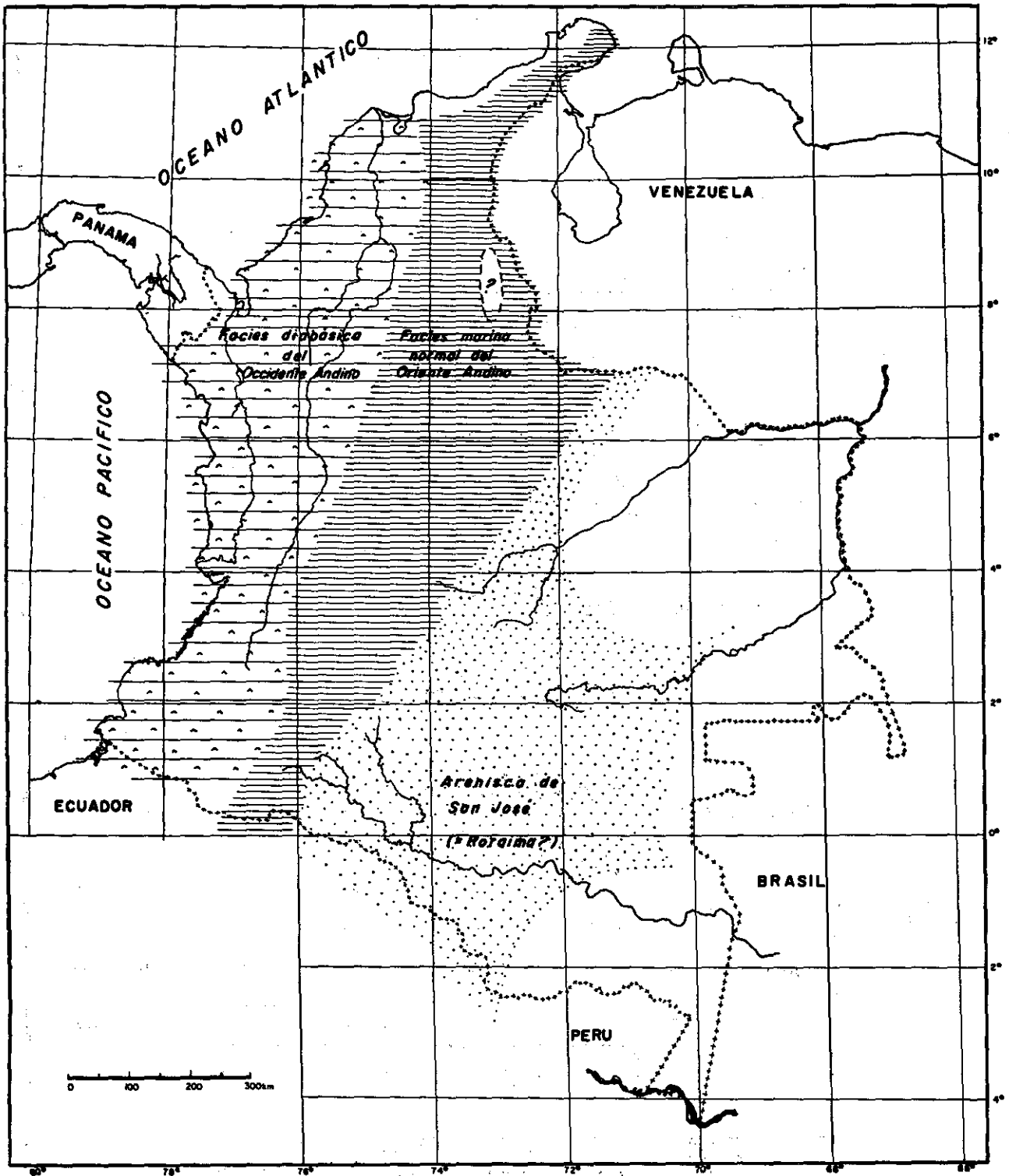
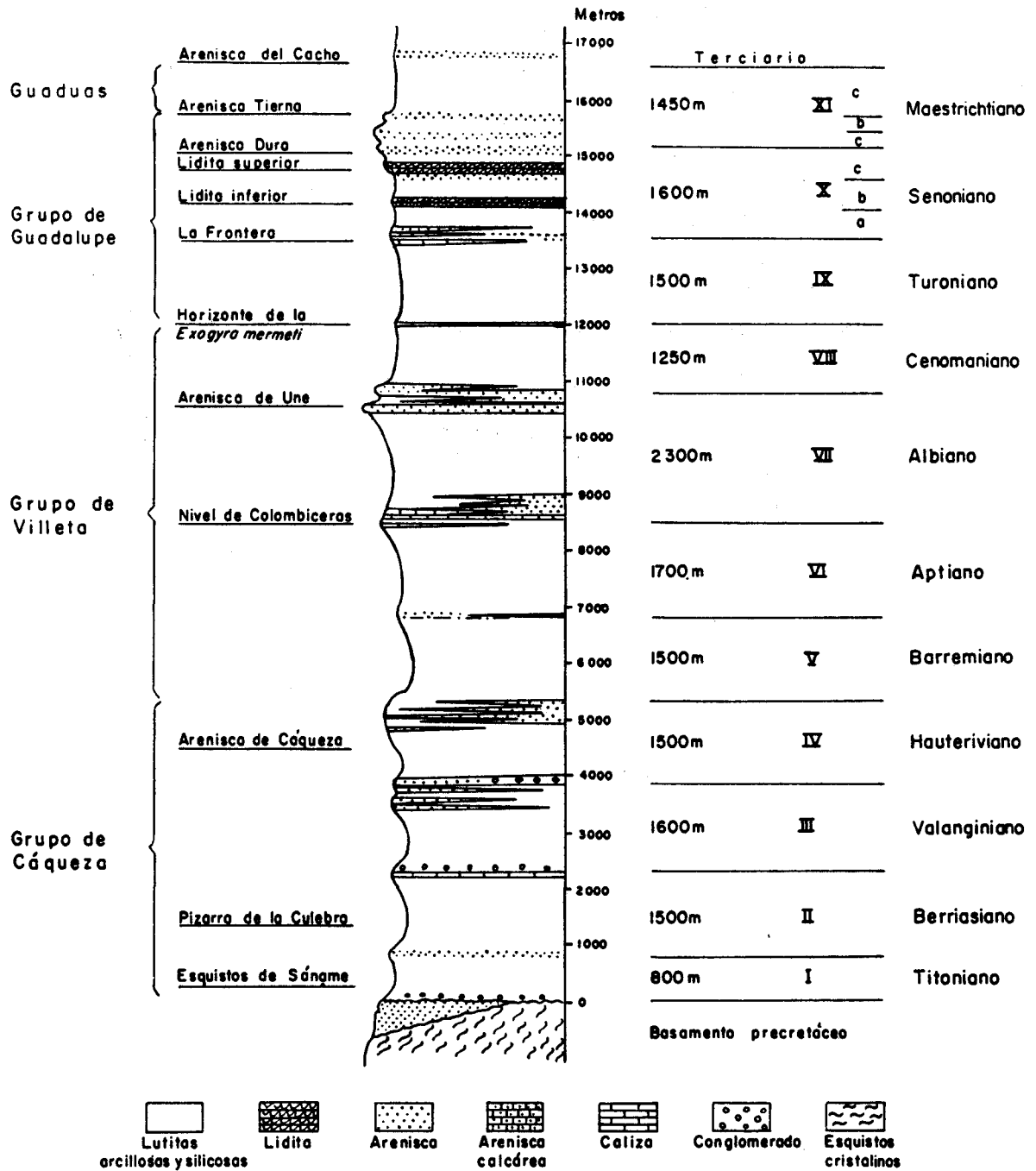


Fig. 21 — Extensión del mar en el Albiano y Cretáceo Superior en Colombia.



## CICLOS DE DEPOSICION EN LA CUENCA CRETACEA DE CUNDINAMARCA



Espesor de las capas no arcillosas exageradas a costa de las capas arcillosas

DIB. Clara Quimbo de Paule

Fig. 22 — Ciclos sedimentarios en el Cretáceo de la Cuenca de Cundinamarca.

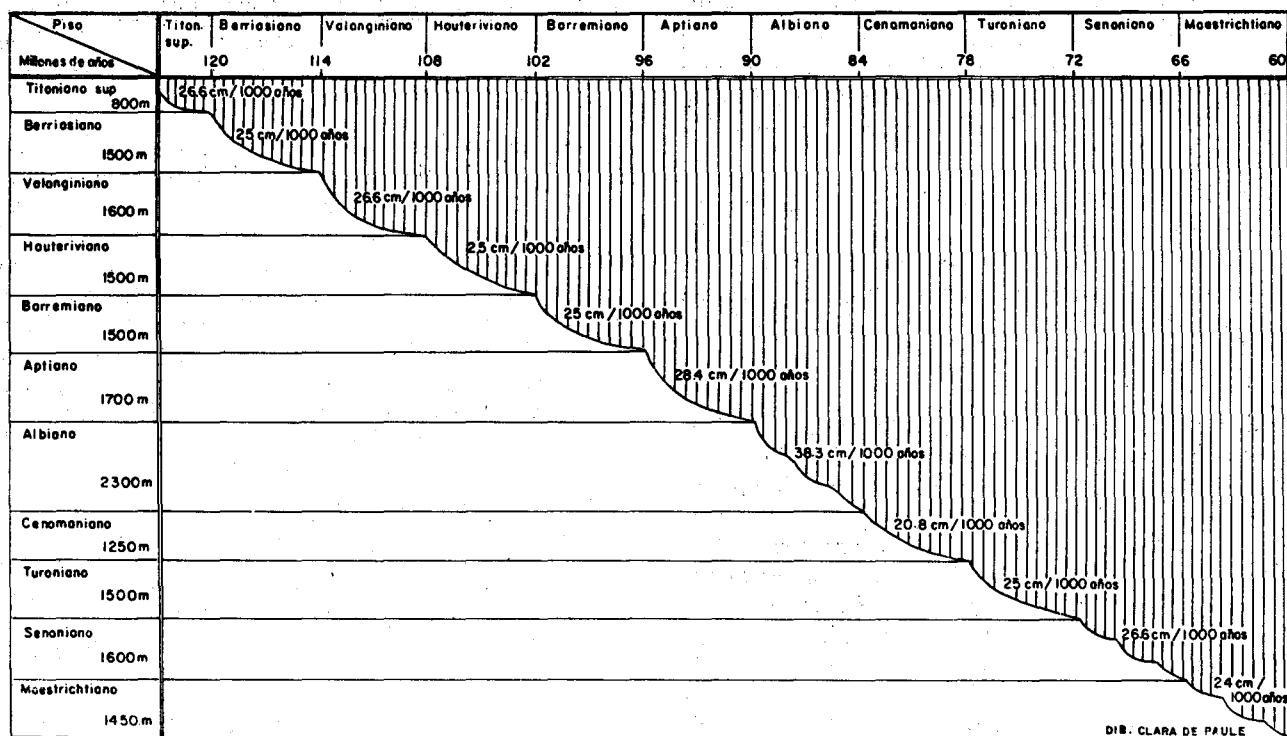


Fig. 23 — Velocidad de hundimiento del fondo de la cuenca de Cundinamarca durante el Cretáceo.

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 Belemnites 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.

**Kimeridgiense:** 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.

**Berriasiense:** El sitio más rico en Amonitas berriasienses 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.

**Valanginiense:** 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.

**Hauteriviense:** En los alrededores de Cáqueza [F9] y de Villeta [E8] se encuentran buenos ejemplares de *Olcostephanus* junto con otros fósiles hauterivienses [*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 hauterivienses 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 Fόμεque [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 Aptiano.

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*, *Chelonicer*, *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*, *Brancocheras*, *Prohysterocheras*, *Mortonicer*) provienen de la región Prado-Dolores [E10] en Tolima. *Oxytropidoceras* y *Venezolicer* 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. bousingaultii* 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. PETERS (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. PETERS (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		<i>Nostoceras, Coahuilites, Scaphites</i>
	Campaniano	<i>Nostoceras, Solenoceras, Stantonoceras</i>
Senoniano	Santoniano	<i>Peroniceras, Gauthiericeras, Texanites</i>
	Coniaciano	<i>Prionocycloceras, Peroniceras, Gauthiericeras, Barroisiceras, Niceforoceras</i>
	sup.	<i>Scaphites, Mammites, Coilopoceras</i>
Turoniano	inf.	<i>Pseudaspidoceras, Benueites, Vascoceras, Thomasites</i>
Cenomaniano		<i>Tropitoides, Tarrantoceras, Mantelliceras, Calycceras</i>
	sup.	<i>Argonauticeras, Mariella, Dipoloceras, Mortoniceras, Venezoliceras</i>
Albiano	med.	<i>Engonoceras, Parengonoceras, Tegoceras, Oxytropidoceras, Eubrancoceras, Brancoceras, Hysterocheras, Knemiceras</i>
	inf.	<i>Hamites, Valdedorsella, Puzosia, Douvilleiceras, Paracanthoplites, Hypacanthoplites, Lyelliceras</i>
	sup.	<i>Melchiorites, Parahoplites, Acanthohoplites, Dufrenoyia</i>
Aptiano	inf.	<i>Phylloceras, Lytoceras, Australiceras, Chelonoceras, Deshayesites</i>
	sup.	<i>Crioceratites, Veleziceras, Karsteniceras, Ancyloceras, Heteroceras, Colchidites, Hamulina</i>
Barremiano	med.	<i>Pedioceras, Pseudohaploceras, Pulchellia, Heinzia, Psilotissotia</i>
	inf.	<i>Phylloceras, Pedioceras, Pseudohaploceras, Nicklesia</i>
Hauteriviano		<i>Subastieria, gen. nov. aff. Valanginites, Olcostephanus, Favrella, Acanthodiscus</i>
Valanginiano		<i>Olcostephanus, Rogersites, Oosterella, Pseudoosterella, Crioceratites, Leptoceras, Polyptychites, Simbirskites, Limaites</i>
Berriasiano		<i>Leptoceras, Kilianiceras, Berriasella, Parodontoceras, Neocomites, Cuyanoceras, Neocosmoceras</i>
Titoniano	sup.	<i>Pseudoinvoluticeras, Substeuerocheras, Raimondiceras, Windhausenoceras, Aulacosphinctes?</i>
Kimmeridgiano		<i>Idoceras, Aspidoceras</i>

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. PETERS (1955) distingue cuatro provincias de facies de Foraminíferos, que son de norte a sur (fig. 24).

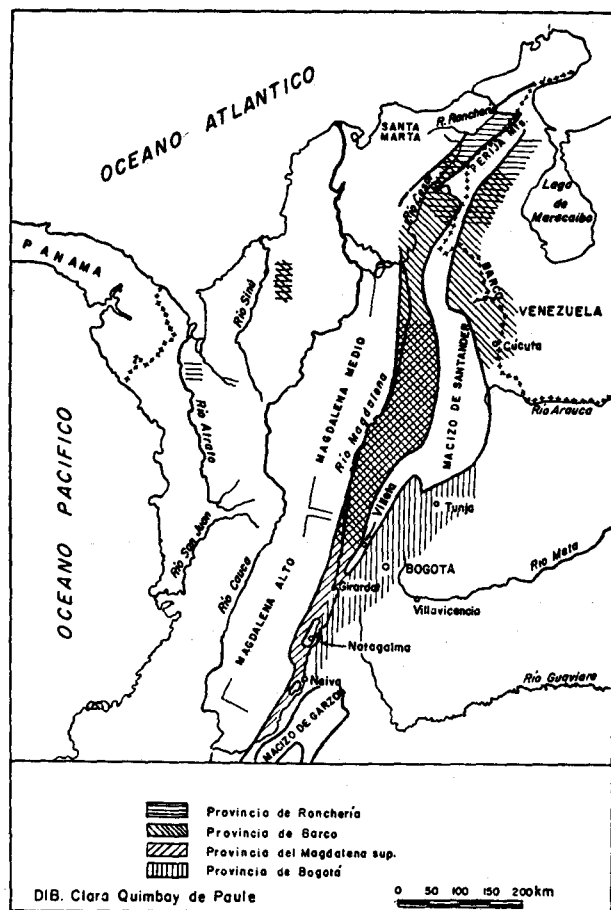


Fig. 24 — Provincias de faunas de Foraminíferos en el Campaniano y Maestrichtiano de Colombia; según V. PETERS 1955.

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 ce-

rrada 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 Equinodermos en la base del Albiano, los cuales no han sido estudiados todavía. La fauna más rica en Equinodermos (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 colombiana* CLARK del Albiano medio de Sasaima [E9] (A. H. CLARK 1945).

De las otras clases de Invertebrados mencionamos el Crustáceo decápodo *Hoploparia colombiana* BEURLEN de Vélez [F7-8] (K. BEURLEN 1938) y los Cirrípodos de la familia Lepadidae (percebes) *Loricula colombiana* 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 capitulo 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 el 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

Pisos europeos		Alededores de Bogotá HETTNER 1892, HUBACH 1957	Santander MORALES ET AL. 1958	Mérida- Perijá - Guajira NOTESTEIN & ALT 1944, ORENZ 1956
Cretáceo superior	Maestrichtiano	Guaduas inferior Arenisca Tizna Arenisca Dura	Umír	Catatumbo Mito Juan
	Campaniano	Lidita superior		Colón Shale
	Senoniano	Lidita inferior		La Luna
	Coniaciano	La Frontera		
	Turoniano	Vraconiano	Salto Limestone	Cogollo
Cenomaniano	Arenisca de Une Nival de Colombiaceras		Simirí Shale	
Cretáceo inferior	Albiano	Villeta	Tablazo Limestone	Yuruma
	Aptiano		La Paja Formation	
	Barremiano		Rosa Blanca Fm.	
	Hauteriviano	Cáqueza	Tambar Formation	Río Negro
	Valanginiano		Arenisca de Cáqueza	DIBUJO Clara Quimbay de Paule
Berriasiano	Pizarra de la Culebra			
Malm sup.	Titoniano	Esquistos de Sánama		

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<sup>1</sup>. 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 Chiquaque-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) reemplaza

<sup>1</sup> 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. PETERS 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

### *Áreas 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 peruiano 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.

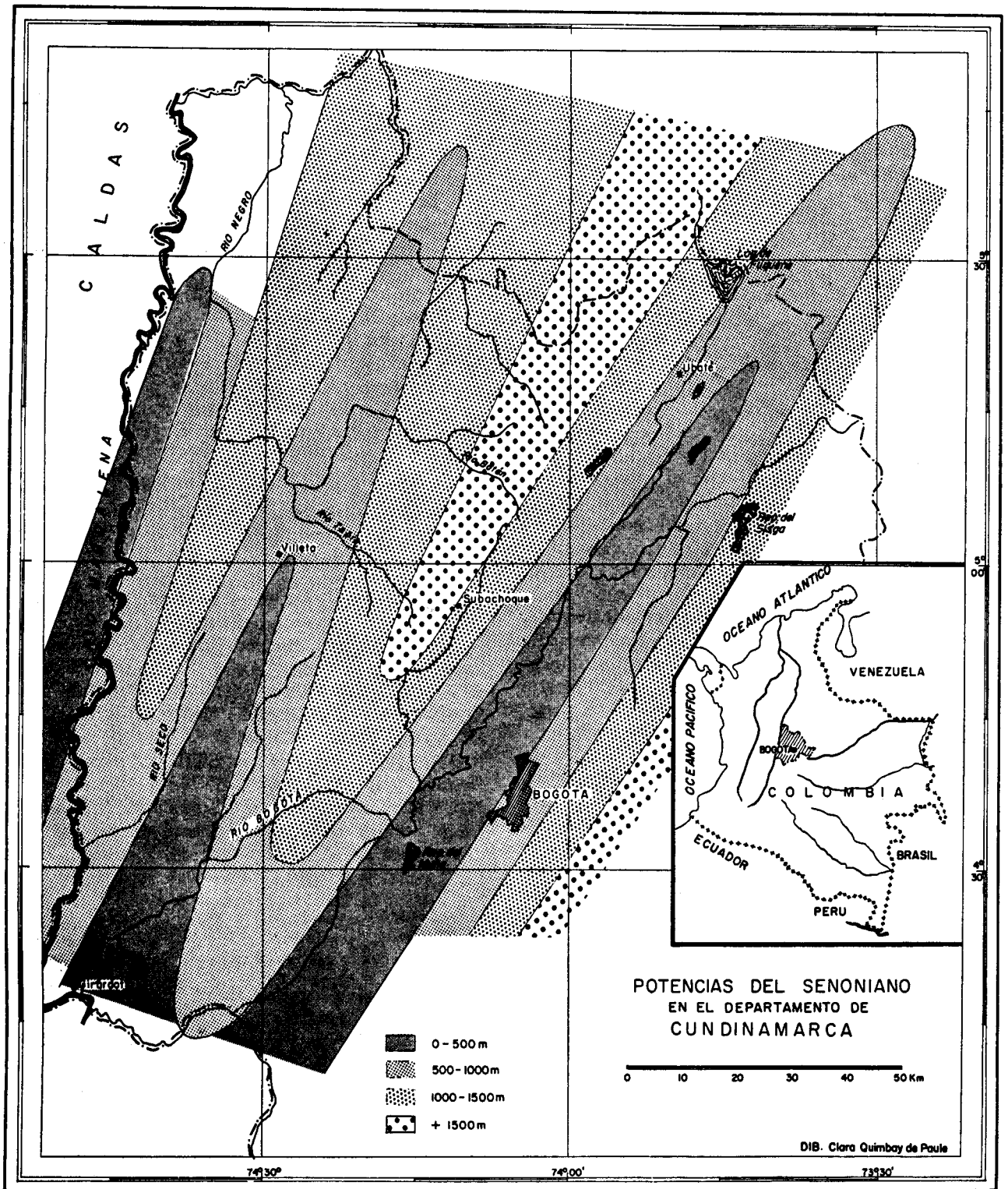


Fig. 25 — Isocaps del Senoniano en Cundinamarca. Las diferentes potencias son causadas por los plegamientos subhércinicos.



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 levantamiento 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<sup>1</sup>. Esta

<sup>1</sup> 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

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.

contemporáneo al Aquitaniano en Europa (o Aquitaniano superior según STAINFORTH 1960).

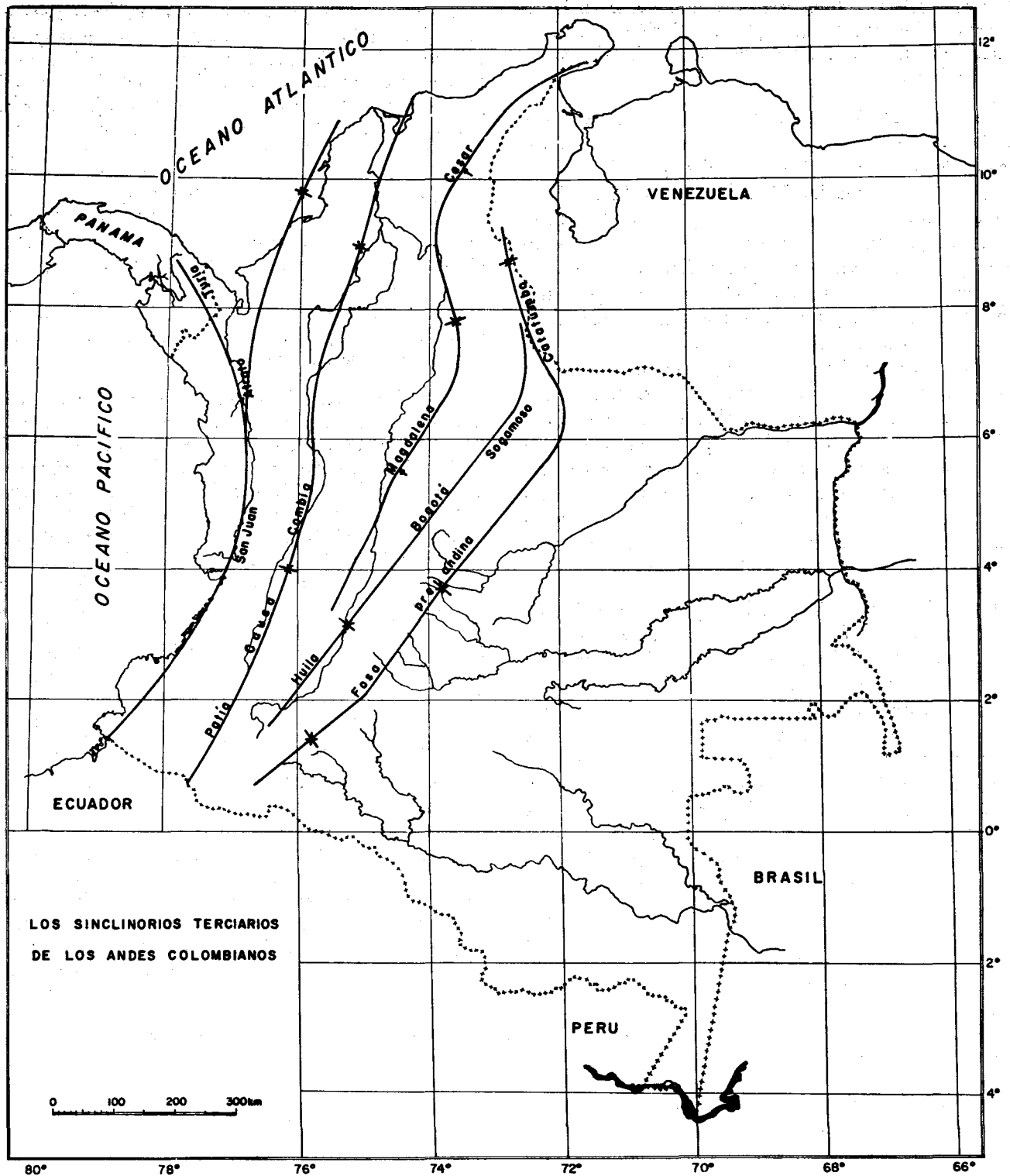


Fig. 26 — Los principales sinclinorios terciarios de los Andes colombianos.

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 pécarí, 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 facilite 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. PETERS & R. SARMIENTO (1956) subdividieron la mayor parte del Terciario marino en un número de zonas de Foraminíferos, las cuales, con ciertas modificaciones, se pueden reconocer en todas las regiones del Terciario marino del país.

Esta subdivisión básica de PETERS & 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 PETERS & 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	<i>Archaias angulatus</i>	no representada	Pleistoceno
Plioceno		no representada	Plioceno
	sup. casi sin Foraminíferos con muchos Moluscos	no representada	Sarmatiano
Mioceno	med. <i>Streblus beccarii</i> ( <i>Nonion scaphum</i> y <i>Robulus cushmani procedendus</i> )	<i>Globigerina haitiensis</i>	Tortoniano
	inf. <i>Uvigerina subperegrina</i>	<i>Globorotalia menardii</i> <i>Globorotalia mayeri</i>	
		<i>Bulimina carmenensis</i>	Helveciano
Oligoceno	sup. <i>Sigmoilina tenuis</i>	<i>Globorotalia fohsi robusta</i> <i>Globorotalia fohsi lobata</i>	Burdigaliano
	<i>Siphogenerina Planulina karsteni</i> <i>transversa</i> y <i>S. basispinata</i>	<i>Globorotalia fohsi fohsi</i> <i>Globorotalia fohsi barisanensis</i>	
		<i>Guttulina caudriacae</i> y <i>Robulus wallacei</i>	sup. Aquitaniense
	med. <i>Uvigerina mexicana</i> y <i>U. topilensis</i>	<i>Catapsydrax dissimilis</i>	inf.
	inf. <i>Cibicides cushmani</i>	<i>Globigerina ciperoensis</i> <i>Globorotalia opima opima</i> <i>Globigerina ampliapertura</i>	Oligoceno (Lattorfiano y Rupeliano)
Eoceno	sup. <i>Bulimina truncana</i> y <i>B. jacksonensis</i>	<i>Hantkenina alabamensis</i> y <i>Clavigerinella jarvisi</i>	Wemmeliano y Lediano
	med. <i>Cibicides grimsdalei</i> y <i>Spiroplectammina zigzag</i>	<i>Hastigerina bolivariana</i> <i>Hantkenina aragonensis</i> <i>Clavigerinella akersi</i>	Lutetiano?
	inf. <i>Bathysiphon sakuensis</i>	<i>Globigerina soldadoensis</i> , <i>Gl. collactea</i> <i>Globorotalia wilcoxensis</i>	Ypresiano?
Paleoceno	sup. fauna no característica	<i>Globorotalia velascoensis</i> y <i>Globorotalia whitei</i>	Paleoceno
	inf. <i>Rzehakina epigona</i>	<i>Globigerina trilocolinoides</i> y <i>Globorotalia quadrata</i>	
Maestrichtiano	<i>Ammobaculites columbianus</i> <i>Siphogenerinoides bramlettei</i>		

Durante todo el Terciario, los sinclinatorios 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 pirenaicas 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 sinclinatorio 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 sinclinatorios. En el Chocó (Sinclinatorio 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 constituidos 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 Fríssoles) 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 Barbaocoas [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 Plioceno (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 Aquitano sup.
	intrusión de tonalitas — movimientos de mayor intensidad		
Oligoceno med. Oligoceno inf. Eoceno superior Eoceno med. en parte		Transgresión	Aquitano 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 sinclínicos, mientras que el sollevamiento 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 (Aquitano, Burdigalio y Helvecio) 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 sollevamiento de los anticlinorios y hundimiento de los sinclínicos durante el Terciario.
3. El sollevamiento 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 sobrecurrimiento 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 sinclínicos terciarios seguramente estaban en gran parte limitados lateralmente por fallas. Hoy día es raro encontrar un área de 100

km.<sup>2</sup> 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 sollevó 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 sollevamientos 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 sinclínicos interandinos terciarios tienen unas veces la forma de sinclinales suaves (fig. 31, parte izquierda), y otras la de fosas (grábenos) 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

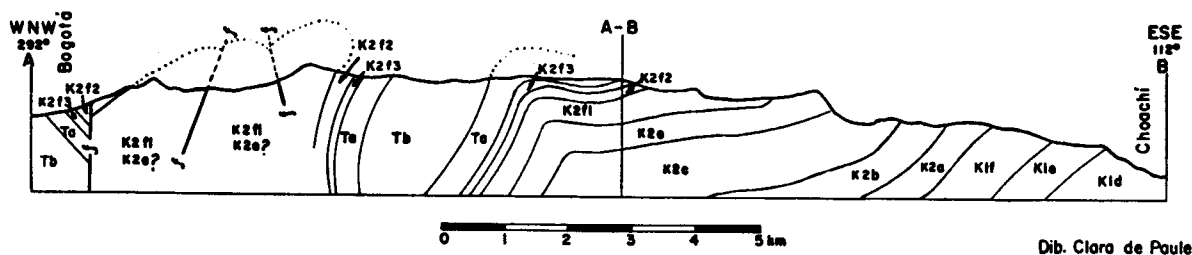


Fig. 30 — Corte geológico Bogotá-Choachí según R. DE LA ESPRIELLA & VILLEGAS 1960. (Tb, Eoceno inferior; Ta, Paleoceno; K2f3, Maestrichtiano superior; K2f2, Maestrichtiano medio; K2f1, Mestrichtiano inferior; K2e, Campaniano; K2c, Coniaciano; K2b, Turoniano; K2a, Cenomaniano; K1f, Albiano; K1e, Aptiano; K1d, Barremiano).

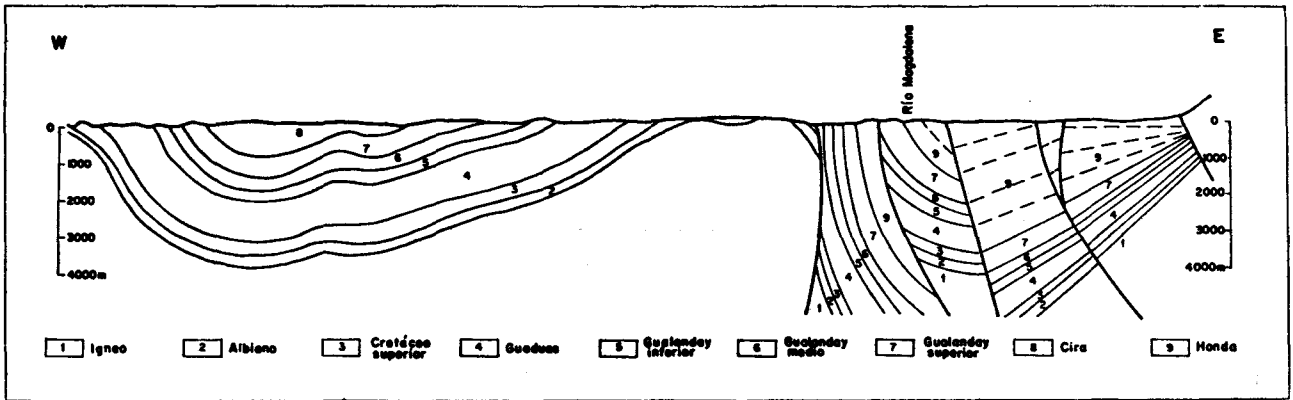


Fig. 31 — Corte geológico a través del valle superior del río Magdalena según J. TORRES 1958, ligeramente modificado.

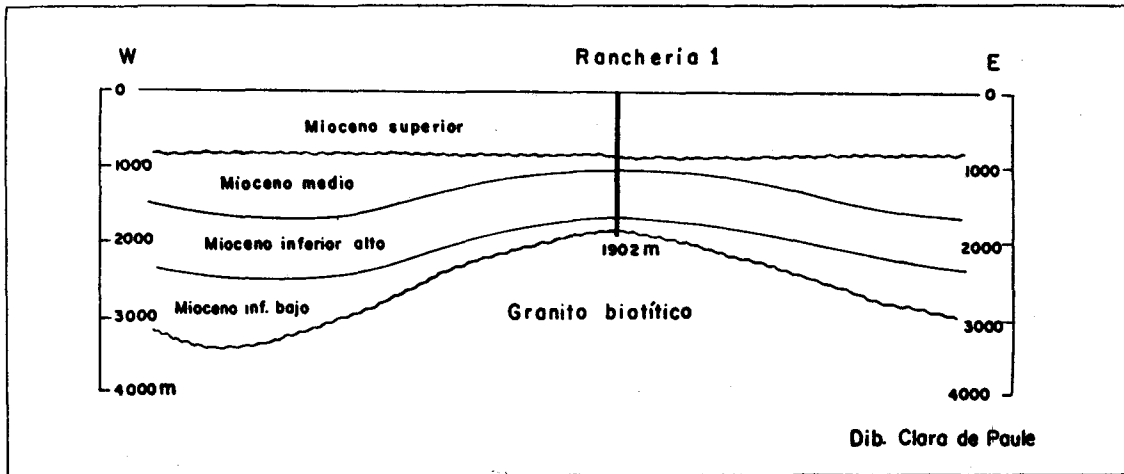


Fig. 32 — Corte a través de la estructura de Rancharía en la Guajira.

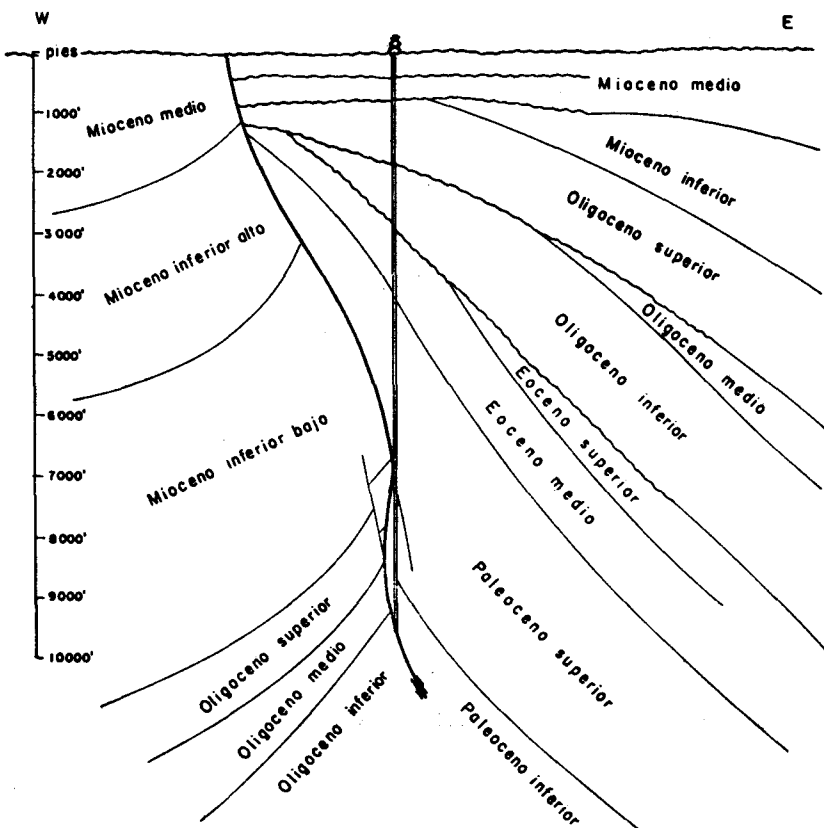


Fig. 33

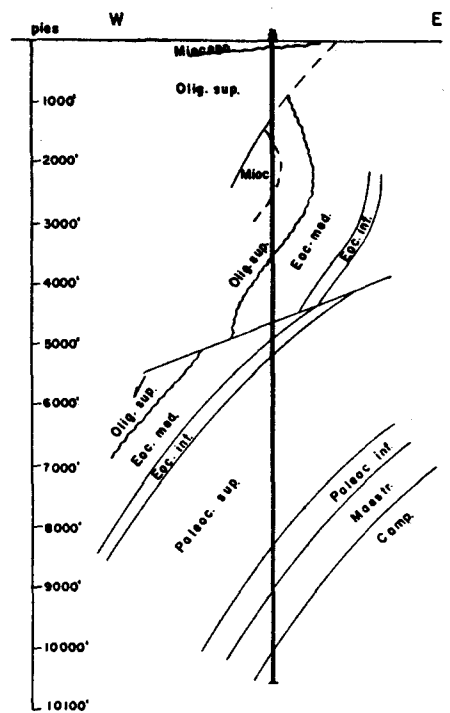


Fig. 34

Estructuras del Terciario marino en la zona costanera al sur de Cartagena.



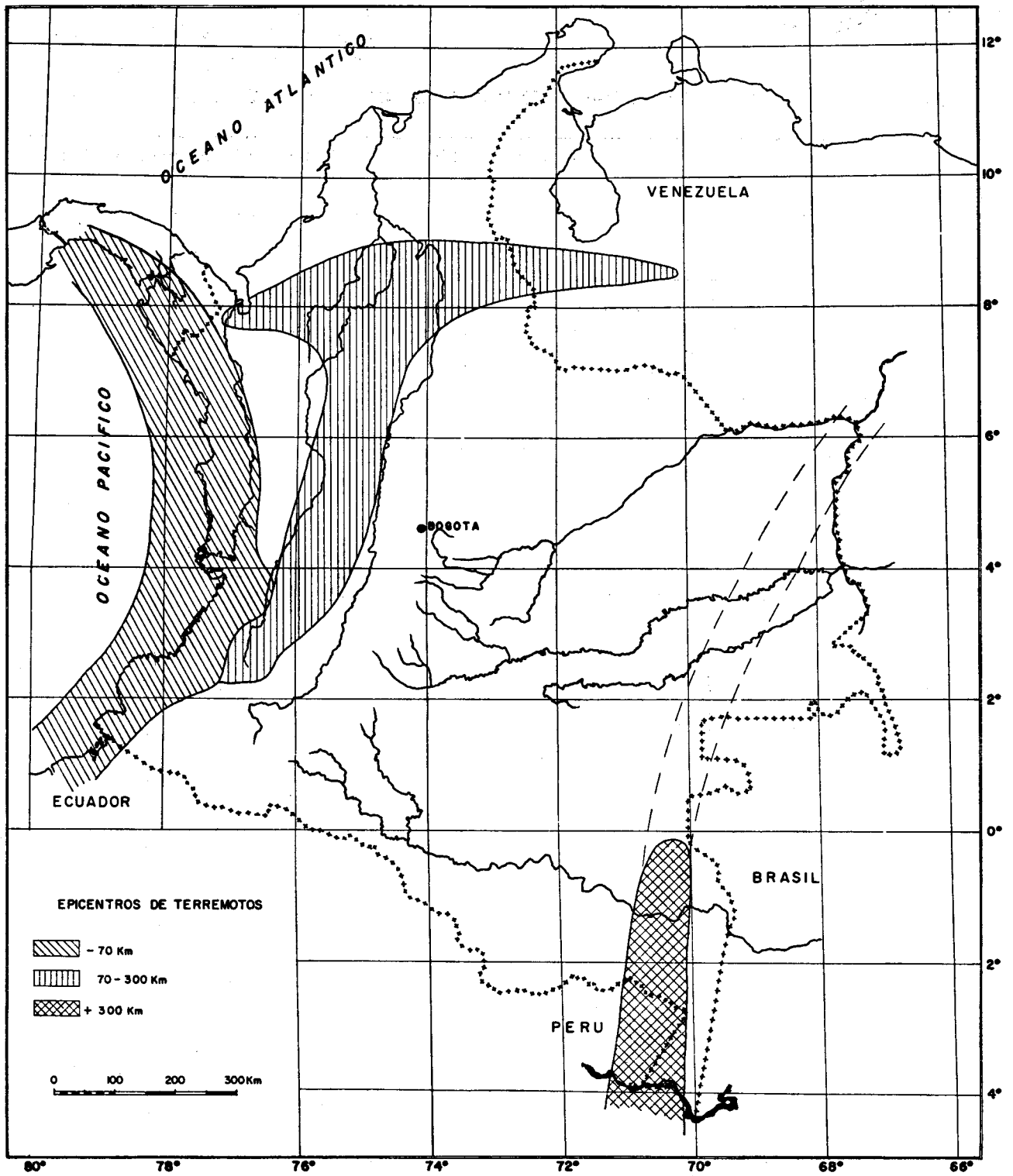


Fig. 35 — Epicentros de terremotos en Colombia según GUTENBERG & RICHTER.

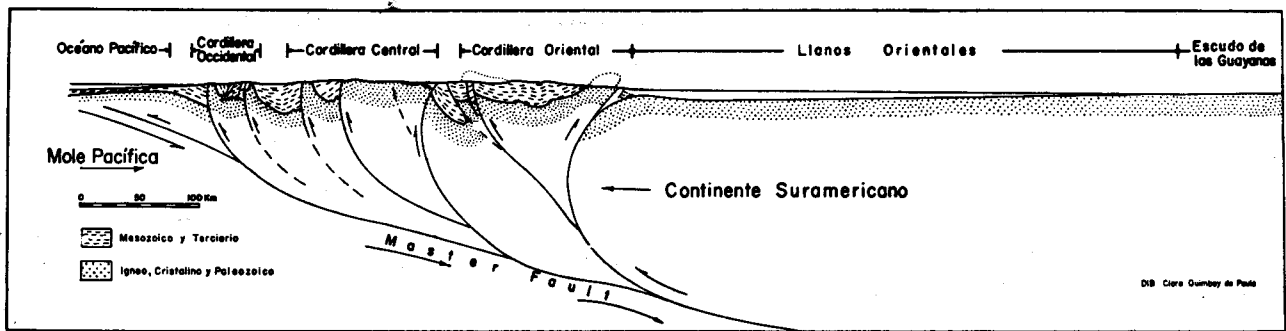


Fig. 36 — Esquema del movimiento del continente suramericano sobre la mole estable del Océano Pacífico.

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 km <sup>2</sup> .	4800 — 5000 m.
Subreciente (Bolívar)	105 km <sup>2</sup> .	4500 m.
Mamancanaca	856 km <sup>2</sup> .	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

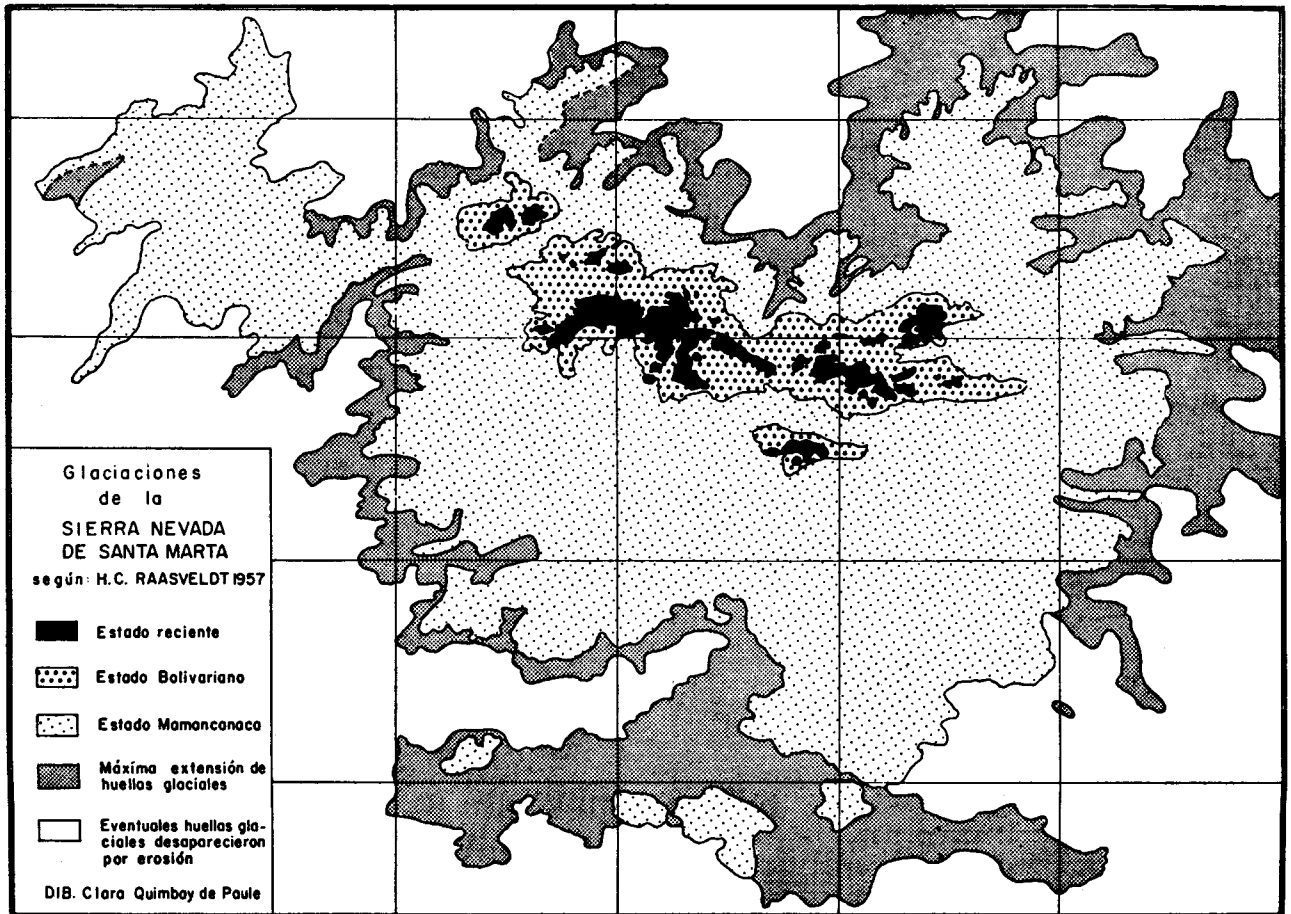


Fig. 37 -- Glaciaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, según H. C. RAASVELDT 1957, modificado.

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 siete 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	15 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 madreporicos". 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, constituida 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

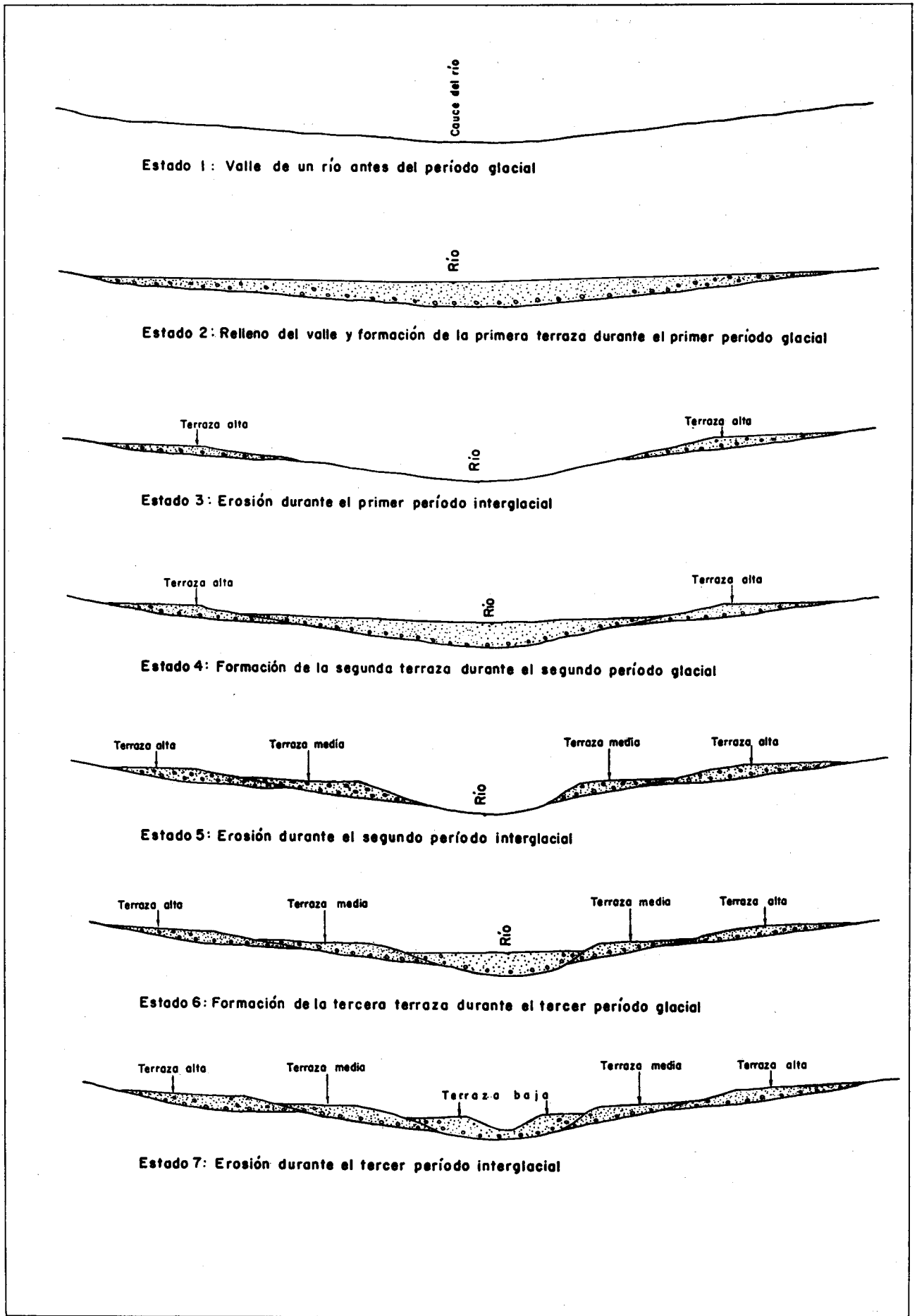


Fig. 38 — La formación de terrazas de ríos por la alternancia de períodos glaciales (pluviales) e interglaciales (interpluviales).

Cartagena. Son restos de Foraminíferos, Esponjas, Equinidos, 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 N° 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, N° 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, N° 1, pp. 1-29, 1 pl., 11 figs., San Francisco.  
(1929) Marine Miocene and related deposits of North Colombia. — Calif. Acad. Sci. Proc. 18, N° 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 méditerranéen 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) Révision 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, N° 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.

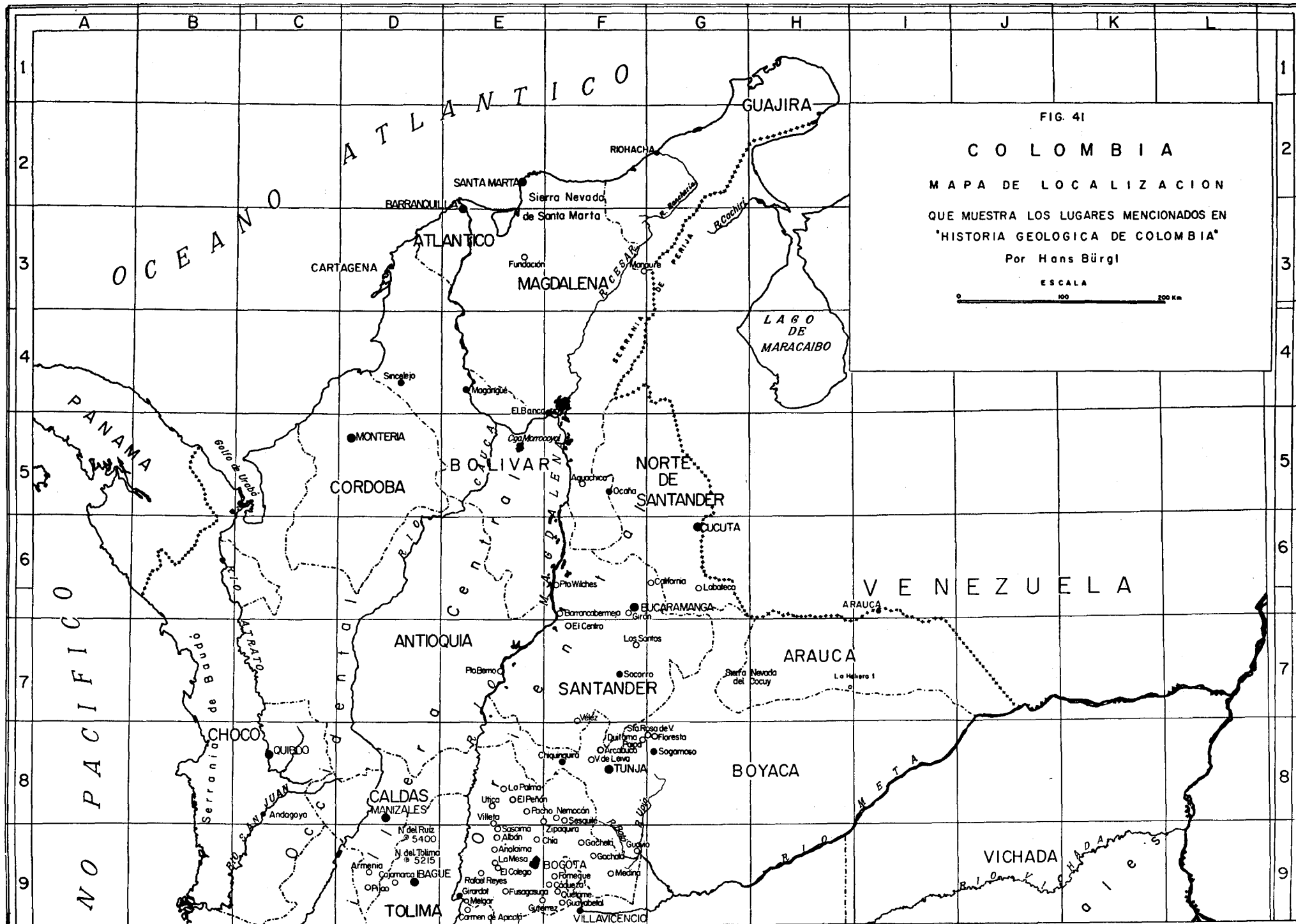


FIG. 41  
**COLOMBIA**  
 MAPA DE LOCALIZACION  
 QUE MUESTRA LOS LUGARES MENCIONADOS EN  
 "HISTORIA GEOLOGICA DE COLOMBIA"  
 Por Hans Bürgl  
 ESCALA  
 0 100 200 Km





- (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, N° 44, pp. 123-126, figs.
- (1924 e) New Tertiary Species of *Anacardium* and *Vantanea* from Colombia. — Pan Amer. Geol. 42, N° 11, pp. 259-262.
- (1925) A species of *Musa* in the Tertiary of South America. — Nat. Acad. Sci. U. S. Amer. Proc. 11, N° 6, pp. 298-299.
- (1929) Tertiary Fossil Plants from Colombia, South America. — U. S. Nat. Mus. Proc. 75, N° 2795, pp. 1-12, pls.
- (1936) Miocene Plants from Colombia. — Bull. Torrey Bot. Club. 63, N° 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. N° 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, N° 1, pp. 62-76, 3 pls.  
(1953 b) *Howellisaura*, new name for *Howellites* BOCK. — Journ. Paleont., vol. 27, N° 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, N° 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 recueillies 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, N° 1, pp. 5-22, 4 pls., Bogotá.
- (1955 a) El Guadalupe entre Tabío y Chía. — Bol. Geol., vol. 3, N° 2, pp. 23-55, 4 pls., Bogotá.  
(1955 b) *Globorotalia foehsi* en la Formación Usme. — Bol. Geol. vol. 3, N° 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, N° 1, p. 1-119, 28 pls., Bogotá.  
(1957 a) Biostratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. — Bol. Geol. vol. 5, N° 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 N° 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, N° 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, N° 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, N° 5, pp. 793-837, 14 figs.
- CASTER, K. E.  
(1939) A Devonian Fauna from 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, N° 5, pp. 38-42, figs., Bogotá.
- CUSHMAN, J. A. & HEDBERG, H. D.  
(1941) Upper Cretaceous Foraminifera from Santander, Colombia, Contrib. Cushman Labor. For. 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, N° 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 N° 1356, 27 pp., 1 pl., 2 figs., 8 fotos, inédito.
- EUGSTER, H.  
(1922) Zur Geologie der columbianischen Ostkordilleren. — Ecl. Geol. Helv. vol. 17, N° 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 *Gloto truncana* in Northeastern Colombia. — Bull. Amer. Paleontol., vol. 36, N° 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 diag., 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 N° 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, N° 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 N° 1212, 166 pp., inédito.  
(1958) Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. — Bol. Geol., vol. 5, N° 2, pp. 93-112, 3 pls., Bogotá.
- HUBACH, E. & ALVARADO, B.  
(1934) Estudio geológico de la ruta Popayán-Bogotá. — Serv. Geol. Nal., Informe N° 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 Cretáceo 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, N° 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., N° 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, N° 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., N° 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., N° 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, N° 93, 34 pp., 6 pls., Ithaca, N. Y.
- MILLER, A. K. & WILLIAMS, V. ST.  
(1945) Permian cephalopods from northern Colombia. — Journ. Paleont., Vol. 19, N° 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, N° 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, N° 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, N° 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 Paris, 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 N° 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. Foramin. 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, N° 1, pp. 7-35, 1 pl., 2 figs., 7 tabs.
- 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., N° 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, N° 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, N° 199, pp. 197-208, fotos, figs., Bogotá.
- REDMOND, C. D.  
(1953) Miocene Foraminifera from the Tubara beds of Northern Colombia. — Journ. Paleont., vol. 27, N° 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, N° 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, N° 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 Berlin, 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 Kohlschichten 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., Borträger Berlin.
- 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 Cenozoic 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. Freiburger 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 tabs. 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 tabs., 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, N° 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, N° 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., Pittsburgh.
- 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, N° 7, pp. 1194-1241, 17 figs.  
(1959) Geologic architecture of circum-pacific. — Bull. Amer. Ass. Petr. Geol., vol. 43, N° 2, pp. 350-380, 8 figs.
- WEISBORD, N. E.  
(1926) Venezuelan Devonian Fossils. — Bull. Amer. Paleont., vol. 11, N° 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, N° 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		Página
<i>Introducción</i> . . . . .	141	Grupo de Dagua . . . . .	155
<i>Precambriano</i> . . . . .	141	Grupo de Chita . . . . .	155
<i>Cambriano y Ordoviciano</i> . . . . .	141	<i>Suprajurásico y Cretáceo</i>	
Rocas y series . . . . .	141	a) Occidente Andino . . . . .	156
Fauna . . . . .	145	Grupo Porfirítico-Diabásico . . . . .	156
Paleogeografía . . . . .	145	a) Oriente Andino . . . . .	157
Movimientos tectónicos pre-devonianos . . . . .	145	Potencia del Cretáceo . . . . .	157
<i>Devoniano</i>		Las transgresiones suprajurásicas y cretáceas . . . . .	157
Generalidades . . . . .	147	Sedimentación cíclica . . . . .	158
Rocas . . . . .	147	Fósiles . . . . .	163
Fauna . . . . .	147	Facies y formaciones . . . . .	167
Movimientos tectónicos . . . . .	148	Plegamientos . . . . .	168
<i>Carboniano</i>		<i>Terciario</i>	
Formaciones . . . . .	150	Áreas de sedimentación . . . . .	168
Rocas . . . . .	150	Sedimentación marina y continental . . . . .	170
Fauna y flora . . . . .	150	Fósiles y estratigrafía . . . . .	170
<i>Permiano</i>		Movimientos tectónicos . . . . .	174
Rocas y faunas . . . . .	151	Magmatismo . . . . .	174
El límite Paleozoico-Mesozoico . . . . .	151	Tipos de estructuras . . . . .	176
<i>Triásico y Liásico</i>		Terremotos . . . . .	179
a) Oriente Andino . . . . .	152	<i>Cuaternario</i>	
Grupo de Payandé . . . . .	152	Fenómenos glaciales . . . . .	179
Grupo de Girón . . . . .	153	El Lago de Bogotá . . . . .	180
b) Occidente Andino		Abanicos y terrazas de ríos . . . . .	180
Generalidades . . . . .	155	Terrazas marinas . . . . .	181
		Restos orgánicos . . . . .	181
		<i>Bibliografía</i> . . . . .	183

# ESQUEMA BIOGRAFICO DEL PROFESOR HANS BÜRGL

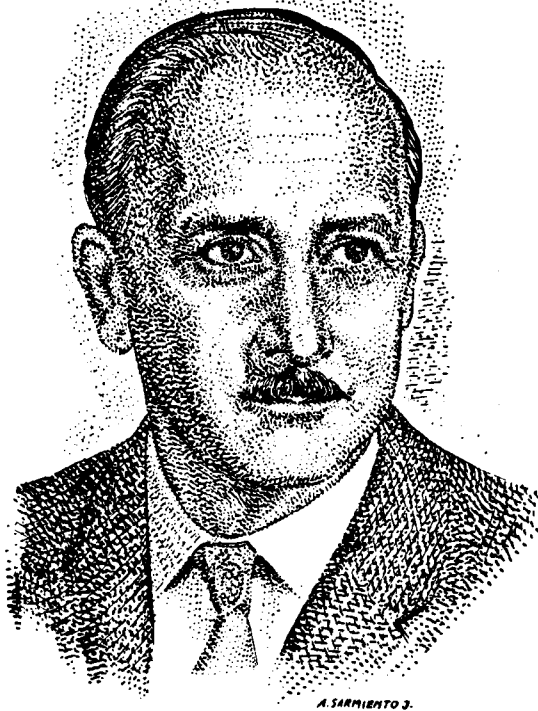
DABEYBA GIRALDO DE CUERVO

Cartógrafa del Servicio Geológico Nacional.

Hace aproximadamente diez años vino a Colombia el doctor Hans Bürgl, contratado por el Gobierno Nacional para prestarle servicios al Estado como geólogo en el Ministerio de Minas y Petróleos. Desde entonces él ha estado vinculado a las actividades científicas del Servicio Geológico Nacional (antes Instituto) como jefe de la Sección de Paleontología y Estratigrafía.

El doctor Bürgl nació en Viena el 8 de marzo de 1907. Sus primeros estudios universitarios los hizo siguiendo sus inclinaciones a las ciencias naturales y a la filosofía. Estudió geología bajo la dirección del Profesor Franz Eduard Suess, con especialización en la rama paleontológica adelantada con el profesor Othenio Abel. Esos estudios fueron ampliados en mineralogía, zoología, botánica, química, etc., y en 1933 se doctoró en geología y paleontología y también en filosofía. Su campo experimental se ha extendido a varios continentes con un saldo favorable de renombre internacional. Así la Universidad de Viena ha logrado difundir su gran prestigio con los conocimientos adquiridos allí por el doctor Bürgl, y afianzados más tarde por su experiencia.

Los servicios profesionales del doctor Bürgl han sido aprovechados por empresas de diferentes países en donde la explotación del petróleo constituye el más lucrativo de los negocios. La Standard Oil Company de New Jersey —en Egipto— obtuvo sus servicios como geólogo y geólogo-jefe de la Compañía entre 1931 y 1939, habiéndole trasladado a Alemania en donde trabajó hasta 1941, fecha en que fue llamado por la Kontinentale Erdölgesellschaft de Alemania para servir en Rumania el cargo de geólogo-jefe hasta 1944. Luego pasó a Checoslovaquia para trabajar como geólogo-jefe de la Compañía Kohle-OI-Union de Alemania durante un año y, en seguida, fue llamado nuevamente por la Standard Oil Company para servirle como geólogo-consultor en sus dependencias de Austria.



En 1951 fue contratado por el gobierno colombiano para dirigir la Sección de Paleontología del Servicio Geológico Nacional del Ministerio de Minas y Petróleos, sección que fue ampliada a Departamento de Estratigrafía, con las secciones de Paleontología, Petrología y Paleobotánica.

Otro de los campos en que los servicios del doctor Bürgl reporta beneficio al país, es el de las cátedras que atiende en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, como profesor de tiempo completo.

Los estudios, trabajos y realizaciones prácticas del doctor Bürgl en el Servi-

vicio Geológico Nacional arrojan, hasta ahora, un voluminoso expediente que forma parte de la abundante labor científica de esa institución oficial.

El doctor Bürgl está afiliado a varias sociedades científicas con las cuales mantiene permanente vinculación e intercambio epistolar, lo que significa la actualización constante de sus conocimientos y estudios sobre el material geológico de cualquier lugar del mundo. Aquéllas son: Geologische Gesellschaft in Wien, Geologische Vereinigung (Bonn, Alemania), American Association of Petroleum Geologists, Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Asociación Paleontológica de Argentina, Geological Society of America y Paleontological Research Institution.

Como hombre de ciencia el doctor Bürgl no se ha limitado al estudio de la naturaleza terrestre para fines prácticos o especulativos, sino que también ha sabido aprovechar sus experiencias para legar a las nuevas generaciones algunas síntesis de sus estudios, que presenta didácticamente. Entre sus publicaciones podemos citar algunas de las que han aparecido en revistas y boletines nacionales y extranjeros llegados a nuestras manos, que nos permitimos recomendar al interés de los lectores, a saber: Morphologische und funktionelle Analyse der Wirbelsäule des Höhlenbären (1934/39); Zur Frage der Schädelhaltung des Höhlenbären (1940); Geologie und Erdölvorkommen Ägyptens (1942); Zur Stratigraphie und Tektonik des oberösterreichischen Schliers (1946); Der Untergrund der Molasse im bayrisch-österreichischen Grenzgebiet (1949); Die Struktur des Welser Gasfeldes (1950); Magnetische Messungen im Wiener Becken (1954); Die Erdölansichten des oberösterreichischen Schlierbeckens (1950); El Cretáceo Superior en la región de Girardot (1954); El Cretáceo inferior en los alrededores de Villa de Leiva (1954); Micropaleontología y Estratigrafía de la región Arroyo Saco, Atl. (1955); El Anticlinal en Apulo

(1955); La formación Guadalupe entre Tabio y Chía en la Sabana de Bogotá (1955); *Globorotalia foehi* en la Formación de Usme (1955); La variabilidad de la Amonita Dufrenoya texana BURCKHARDT (1956); Situación geológica de las minas de esmeralda de Muzo, Boyacá (1956); Biostratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus alrededores (1957); Artefactos paleolíticos de una tumba en Garzón, Huila (1957); Catálogo de las amonitas de Colombia —Parte I— Pulchelliidae (1956).

Si las formaciones terrestres de Colombia han sido para el doctor Bürgl un vasto campo de estudio e interpretación, el ambiente nacional colombiano le ha sido igualmente propicio para su adaptación adecuada al medio social. De tal manera se ha vinculado él a nuestro país, que creemos comprender su íntimo deseo de una permanente radicación en Colombia con su familia, si las condiciones de trabajo se lo permitieran.

Y si el doctor Hans Bürgl en el terreno de lo meramente científico descuella como elemento de autoridad invaluable, también su personalidad humana es índice de alto valor. Así le vemos en el trato diario contemporizar con lo sencillo y lo humilde, como actos de su gran personalidad de elevado nivel espiritual. Jamás se siente ofuscado de vanidad por sus méritos y nunca se le ve propenso al rechazo de principios que no son los suyos. Por ello debemos destacar la recia personalidad humana que lo caracteriza y distingue, y la simpatía que despierta su trato.

También hay en él una cualidad digna de ser mencionada entre las primeras: su ilimitada capacidad de trabajo, que no conoce el cansancio. Cuando el doctor Bürgl tiene que emprender una labor dentro de las funciones que le competen, la rutina es condición ajena a la acción, y el tiempo no cuenta como factor ponderable en sus realizaciones. Su capacidad de servicio según las normas de la honradez científica y profesional, su temperamento, sus actos y su vocación al trabajo, tienen en él el signo de la más alta responsabilidad.

No expresáramos completamente nuestro concepto sobre la personalidad humana del doctor Hans Bürgl, si omitiéramos en estos párrafos la que para nosotros es condición especialísima en un hombre dedicado a la ciencia que estudia los orígenes de la vida desde su más remota época: su vasta cultura, aquilatada en los principios morales que emanan de una formación intelectual bien equilibrada.



# LA TEORIA ANTICLINAL DEL PETROLEO Y LA FILOSOFIA CIENTIFICA EN AMERICA

LUIS GUILLERMO DURAN S.

Profesor del Departamento de Geología y Geofísica de la Universidad Nacional. Miembro de los Institutos Colombiano y Sudamericano del Petróleo.

"...Nos contentamos (los americanos) con un Edison y no sentimos la necesidad de un Einstein..."

V. F. CALVERTON (2)

## I

### INTRODUCCION

En el estado actual de la ciencia y la tecnología del petróleo sería absurdo imaginar siquiera el funcionamiento de una empresa petrolera sin un Departamento Geológico; sin embargo, un departamento de este género, en una compañía petrolera, era más bien la excepción que la regla por allá a principios del siglo. El hombre a quien se debe cambio tan fundamental en la estructura de las compañías, y que conquistó para la geología el puesto que le corresponde y que hoy tiene en la industria del petróleo, fue el Profesor Israel Charles White, nacido en Morgantown, West Virginia, E. U., en 1848, y muerto en el mismo Estado, en 1927.

El Profesor White es universalmente reconocido como el padre de la "teoría anticlinal", tan vital para la geología del petróleo como la de la gravitación de Newton para la física y la astronomía, según lo observa Hager (6), y con la cual conquistó para sí la gloria, y para la geología un puesto de honor en la industria petrolera. Sin embargo, el asunto requiere una aclaración, porque él no fue propiamente el inventor, o quien primero formuló la teoría, sino quien la revivió y sistematizó su uso en la búsqueda del petróleo, más de veinte años después de haber sido originalmente enunciada, y durante los cuales se la desacreditó y pretendió relegársele casi al olvido (7). El Dr. White enseñó geología en la Universidad de West Virginia, de 1877 a 1892, y desde 1897 hasta su muerte ocupó el cargo de geólogo de su Estado natal, sin percibir ningún salario.

Los detalles históricos esenciales de la teoría anticlinal son de un extraordinario interés en la evolución de la geología del petróleo, pero desde nuestro punto de vista ofrecen un interés aún mayor, por cuanto representan un aspecto típico del pensamiento científico en Norte América, en contraste con el europeo, como trataremos de demostrarlo en este trabajo. Las vicisitudes de la teoría y su triunfo final se presentan aquí como un ejemplo en defensa de la filosofía científica clásica, frente al menosprecio que de ella tiende a hacer la escuela americana.

"La ciencia de la Topografía, como toda otra ciencia, procede a deducir de algunas leyes elementales una infinidad de formas, por medio de las cuales estas pocas leyes pueden expresarse, o en efecto se expresan, sobre la superficie de la tierra. Lo posible es siempre una serie infinita, lo real una selección limitada y fortuita de ella; no siempre, por lo tanto, lo más admirable, perfecto y completo. Aquí y allí, ahora y entonces, semejante cosa sucede, y la llamamos fenómeno típico porque, como el Apolo o la Venus de las Bellas Artes humanas, cumple la expresión de esas leyes o ideas creadoras, cuya sola elucidación constituye la ciencia..."

## II

### LA CONTIENDA ENTRE "EMPIRICOS" Y "ACADEMICOS"

#### *La edad oscura de la Geología del Petróleo*

Quien primero observó los hechos fundamentales de la teoría en cuestión, es decir, la acumulación de gas y petróleo en las proximidades de los ejes anticlinales, fue probablemente Sir William Logan, del Canadian Geological Survey, en las bocas del río San Lorenzo, en 1842; pero fueron los Profesores H. D. Rogers y E. B. Andrews, y el Dr. T. S. Hunt quienes, respectivamente en 1860, 1861 y 1863, a raíz del ruidoso éxito obtenido en el pozo Drake (1859), hablaron de la acumulación propiamente dicha en los plegamientos anticlinales, y formularon las bases de la teoría. Por su parte, el profesor austriaco H. Hofer publicó también en un libro los elementos de la teoría, en 1876, sin haber tenido conocimientos de publicaciones anteriores (11). No obstante, la teoría anticlinal no tuvo aceptación en la industria, y aunque hoy nos parezca insólito, la búsqueda del petróleo continuó haciéndose con métodos "prácticos" completamente anticientíficos.

Pero más extraña aún fue la actitud asumida por los geólogos del Second Pennsylvania Geological Survey (S.P.G.S.), quienes dirigidos por J. P. Lesley, de 1874 a 1888, se dedicaron a desacreditar y a impugnar la ya difundida "teoría anticlinal", llegando a calificarla hasta de "superstición", porque ella no encontraba comprobación en la zona de sus investigaciones, en donde, por desgracia para la teoría, la mayor parte de los yacimientos se presentaba como trampas estratigráficas. Es justo reconocer, sin embargo, que Lesley era un geólogo eminente, y hombre dotado sin duda de espíritu científico, como puede vislumbrarse en este breve pasaje de un afamado trabajo suyo, que transcribimos a continuación para demostrar este aserto ("Manual of Coal and its Topography", 10):

Lesley fue además quien introdujo el uso de los mapas estructurales (3), con horizontes acotados, en la geología del carbón, en 1858, y un discípulo y sobrino suyo, llamado B. S. Lyman, publicó en 1870 (Punjab oil lands) el primer mapa geológico estructural de petróleo que se conoce. No obstante, todos sus méritos científicos no le exoneran de la responsabilidad de haber retrasado la geología del petróleo con su dogmática actitud negativa respecto a la teoría anticlinal, y de la negligencia nociva que él y su organización demostraron en el estudio sistemático de los problemas que ellos tuvieron mejor oportunidad que nadie para investigar, según sostiene enfáticamente el Profesor Russell (15).

Queremos subrayar aquí desde ahora el hecho de que esta actitud despectiva e intransigente de Lesley y sus colaboradores hacia la teoría anticlinal se arraigaba probablemente, según se puede colegir de las expresiones usadas en algunos de sus escritos (15), en una supervaloración de la "experiencia", ante la cual no merecían siquiera consideración los hechos "teóricos" de los académicos, y puede decirse que Lesley y sus hombres no conocieron, evidentemente, la sabia sentencia de Sir William Osler, que como epígrafe nos transcribe el Profesor Bucher en su libro: "El valor de la experiencia no reside en ver mucho, sino en ver inteligentemente".

Por lo tanto, la teoría anticlinal ni siquiera se mencionaba en los trabajos del S.P.G.S., y el Profesor Tiratsoo (16) nos dice, con cierta ironía muy propia de su temperamento británico, que siendo las ideas de entonces sobre la acumulación de gas y petróleo falsas en su mayoría, se debe sin duda a una fortuita compensación de errores, sumada a la relativa abundancia de yacimientos poco profundos en los Estados Unidos, el hecho de que, no obstante, se hicieran descubrimientos de éstos

en aquella época, la llamada "edad oscura de la geología del petróleo".

### III

## VICTORIA DE LA TEORIA

### *La decisiva intervención del Profesor I. C. White*

En semejantes circunstancias, y encontrándose la maltrata teoría anticlinal a punto de ser definitivamente abandonada, W. A. Earseman, un petrolero a quien había llamado la atención la coincidencia de la ubicación de los pozos de gas con los ejes anticlinales demarcados en los mapas del S.P.G.S., sugirió a J. J. Vandergrift, Presidente de la Forest Oil Co., la conveniencia de prestar atención al problema y adelantar una investigación sobre el particular. Fué entonces cuando el profesor I. C. White (quien había ocupado hasta entonces el cargo de geólogo ayudante en el S.P.G.S., desde 1875) hizo su entrada en escena, en Junio de 1883, con la misión especial de llevar a cabo tan importante investigación, por encargo de Mr. Vandergrift.

El Dr. White se dedicó a estudiar el problema con ahinco y llegó a la conclusión de que la teoría anticlinal era absolutamente correcta. Desde entonces se convirtió en su más celoso y activo defensor, y la versión que de ella publicó en 1885, y en la cual destacó de manera especial la colaboración de su colega, el Dr. Orton, resulta tan razonable hoy día como entonces, según comenta Levorsen (8). Esto es verdad aún si se tiene en cuenta el concepto más amplio de "trampa" introducido por Mc Collough en 1934, como término general para yacimiento, del cual el tipo "anticlinal", o aún el "estructural", representan sólo casos especiales; en efecto, según se puede ver en los siguientes pasajes de su trabajo publicado en "Science", en 1885 (10), el Dr. White previó muchas de las modalidades de la teoría:

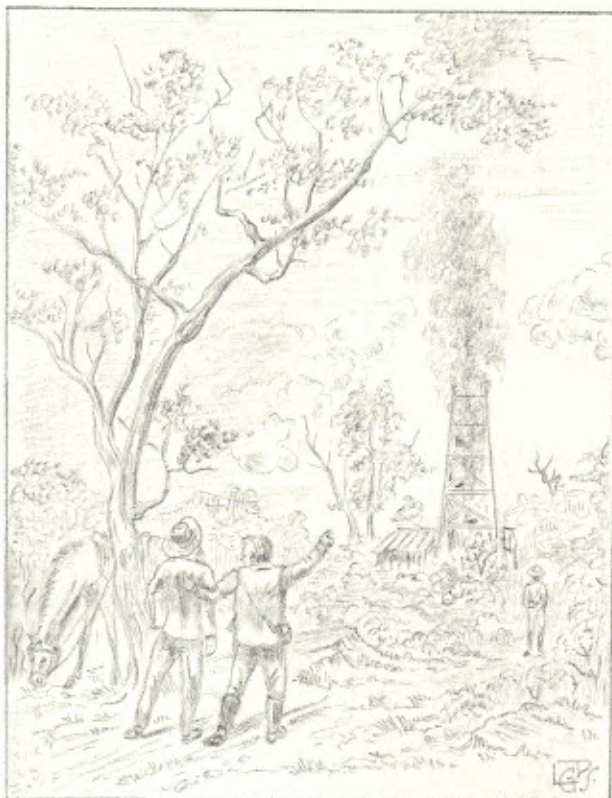
"Pero si bien es cierto que podemos afirmar con seguridad que todos los grandes pozos productores de gas están localizados sobre los ejes anticlinales, el inverso, es decir, que grandes pozos productores de gas pueden encontrarse en todos los anticlinales, no es verdad... He dedicado considerable atención a este aspecto del problema habiéndolo formulado en tres o cuatro reglas generales. Pozos de gas bastante buenos pueden obtenerse también a considerable distancia de la cresta de los anticlinales en la dirección del buzamiento, con tal que éste sea suficientemente fuerte, y especialmente si es irregular o interrumpido con ligeras arrugas. Y aún en regiones donde no existen anticlinales bien demarcados, si el buzamiento es algo fuerte e irregular, pueden encontrarse ocasionalmente pozos de gas más bien grandes, suponiendo todas las demás condiciones favorables..."

C. Ashburner, Director del Geological Survey de Pennsylvania, criticó las conclusiones de White alegando que la supuesta relación entre pozos de gas y anticlinales era simplemente coincidencial, semejante a la relación que postulaban otras teorías que pretendían explicar la acumulación de gas, y que éste podía, por lo tanto, encontrarse también en grandes cantidades en los sinclinales. El Dr. White respondió que Mr. Ashburner podría interpretar así la teoría, si tal le placía, pero que el operador práctico de petróleo no podía seguir arriesgando más dinero en pozos de agua (sinclinales), después de haber malgastado tantos miles sin esperanzas (11).

La polémica terminó por fin con el triunfo espectacular de la causa defendida por el Profesor White, al descubrirse en 1889, el prolífero yacimiento petrolero de Mannington (West Virginia) por medio del pozo que

él había elegido como prueba crucial de la teoría anticlinal, a 25 millas de distancia del campo productor más próximo. Con este triunfo se cerró en la historia de la naciente Geología del Petróleo el trascendental capítulo de la batalla entre "empíricos" y "académicos", de la cual surgió el nombre del Profesor I. C. White no solamente como "padre de la teoría anticlinal", sino como legítimo representante y precursor de una nueva era en esta rama de la geología: la era en que el geólogo y el científico habrían de preceder invariablemente, en todos los campos petroleros del mundo, al "wildcatter" y al inversionista; la era en que las compañías de petróleos estarían dotadas de un nuevo y verdadero cerebro: el Departamento Geológico.

Las siguientes palabras, escritas por el Dr. White en 1892, resumen claramente el alcance de su misión (8):



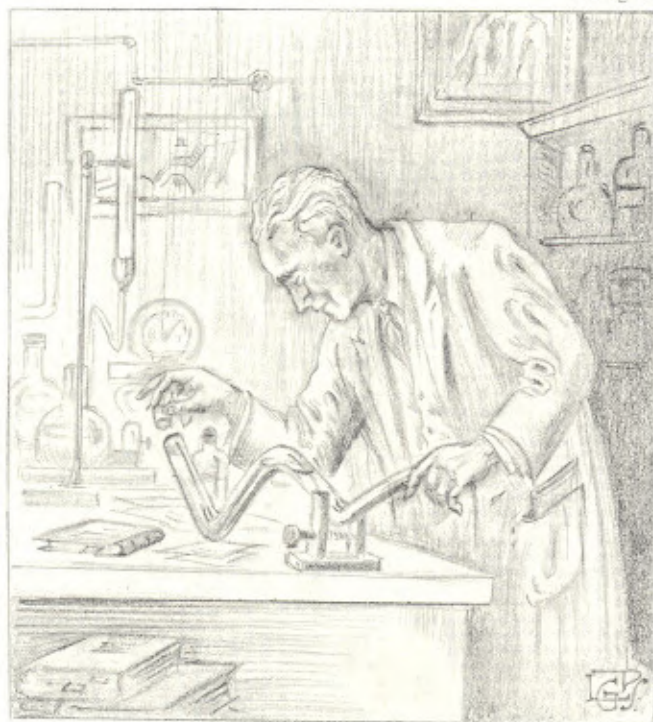
5-El Profesor White enseña orgulloso, a los opositores de su teoría anticlinal, la prueba crucial de esta, el pozo de descubrimiento del yacimiento de Mennington, en 1883.

(Dibujo del autor)



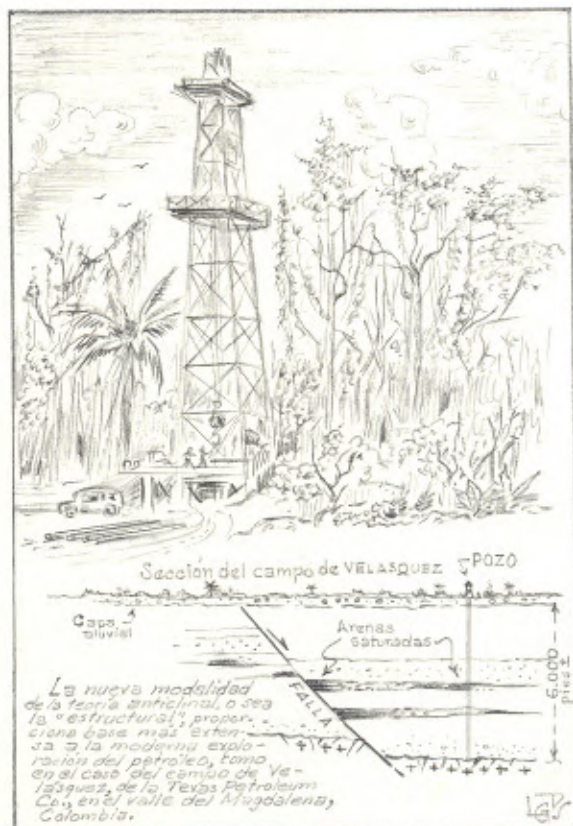
6-Uno de los primeros cam-pamentos de perforación en Río de Oro, en la Concesión Barco, en el cordón de las selvas del Cafatumbo, en 1919, en los albores de la industria petrolera en Colombia. Un buen ejemplo de las primeras perforaciones de la teoría anticlinal en la producción de petróleo.

(Dibujo del autor, basado en fotografías de la obra de L. M. Penning, 1927)



7-En la Universidad de Minnesota, el Profesor W. H. Emmons, comprueba los resultados de los experimentos de G. A. Thiel (1920), relativos a la conducta del petróleo y el gas en tubos de vidrio que simulan anticlinales y sincinales (1920).

(Dibujo del autor)



La nueva modalidad de la teoría anticlinal, o sea la "estructural" proporcióna base más extensa a la moderna explotación del petróleo, como en el caso del campo de Velásquez, de la Texas Petroleum Co., en el valle del Magdalena, Colombia.

Fig 8 - Explotación moderna en Velásquez (Boyacá) (Dibujo a lápiz del autor)

“Como es bien sabido, existía antes entre los petroleros prácticos el dicho popular de que “la geología no ha llenado nunca un tanque de petróleo”; y a tal grado de desprestigio había llegado la geología, que un prominente productor de petróleo y de gas, disgustado con la geología y los geólogos, dijo una vez que si él quisiera estar seguro de perforar un pozo seco, emplearía a un geólogo en la selección del lugar. Ha sido mi grata labor durante los últimos ocho años ayudar a liberar a nuestra profesión de este estigma, de modo que con la valiosa cooperación del Dr. Orton, distinguido geólogo de Ohio, del Dr. Phinney, de Indiana, y otros, la batalla contra el prejuicio popular y científico ha sido librada y ganada, y este inveterado reproche contra la geología ha sido rebatido en gran parte...”

#### IV

### UNA LECCION PARA LA CIENCIA AMERICANA

#### *El “pragmatismo” de James y el “intuicionismo” de Poincaré*

Desde el punto de vista de la geología como ciencia, según lo dijimos al principio, el caso de la teoría anticlinal, o estructural, como hoy se le llama más ampliamente, constituye, a nuestro juicio, una lección de altísimo valor para la ciencia americana, que nosotros los latinoamericanos debemos aprovechar. En efecto, el hecho fundamental es que Lesley y sus colaboradores menospreciaban la teoría en cuestión en nombre de una filosofía científica típicamente americana, que halló más tarde su más auténtica expresión en el pragmatismo de William James y en el instrumentalismo de sentido común de John Dewey. La esencia de estos sistemas, que aún caracterizan la orientación científico-filosófica de la gran nación del norte, ha sido maravillosamente sintetizada en las frases de Calverton que transcribimos más abajo, y de acuerdo con este criterio ofrecemos aquí la interpretación de que los geólogos “pragmáticos” del S.P.G.S. se obstinaron sin duda en creer que la teoría anticlinal había sido elaborada por “académicos”, sin suficientes bases “experimentales”, sobre razonamientos “apriorísticos”; que eso estaría bien en Europa pero no en América, y que en consecuencia sólo debería mirársele como una “superstición” inadmisibles.

En apoyo de nuestra interpretación queremos recor-

dar al lector que los Estados Unidos se hallaban, en las postrimerías del siglo XIX y principios del XX, en el auge de su esfuerzo subconsciente por independizarse intelectualmente de Europa, en un gesto de rebeldía de nación adolescente, que psicólogos y sociólogos de penetrante inteligencia han denominado “rechazo del padre” (5). No disponemos de espacio para discutir aquí en detalle este punto, sobre el cual quizá tengamos ocasión de insistir en otra oportunidad, y sólo añadiremos que, interpretada la teoría anticlinal como producto de la “intuición” de “profesores sin experiencia” (15), representativa de este tipo de cientifismo puro que Poincaré plasmó más tarde en su “Valeur de la Science” (13), debía ser automáticamente repudiada por los científicos pragmáticos americanos, como en efecto lo fue.

No sabríamos decir hasta qué punto haya podido influir el certero golpe infligido por el Profesor White al dogmatismo pragmático americano, sobre la orientación de la ciencia geológica en los Estados Unidos, pero nos parece que una filosofía como la preconizada recientemente por Levorsen en su brillante “Discovery Thinking” (9), es claro testimonio de que la lección no se perdió por completo. Hemos dicho por completo, porque todavía exhiben, y seguirán exhibiendo la ciencia y la tecnología americanas esas características pragmáticas y eminentemente utilitaristas que las colocan en posiciones de antípodas con respecto a sus predecesores y contemporáneos europeos. Los siguientes apartes de “The American Pattern”, del destacado sociólogo americano V. F. Calverton servirán de fundamento a nuestra tesis y nos dispensarán de extendernos con más argumentos:

“Los Estados Unidos es la menos creadora, y sin embargo la más inventiva de las naciones modernas. Ninguna nación ha sido tan estéril en originalidad científica o intuición teórica, y sin embargo, al mismo tiempo tan fecunda en genio inventivo, eficiencia ingenieril y habilidad mecánica... Nos contentamos (los americanos) con aceptar las cosas como son, sin preocuparnos por qué son así o cómo llegaron a ser así... La mente americana, con su perspectiva de “entrepreneur” parece carecer de aquella “visión total”, que es necesaria para el desarrollo de la teoría. Nos contentamos con un Edison, y no sentimos la necesidad de un Einstein. Todavía fronterizos intelectuales, los americanos estamos más interesados en hacer que en pensar, y en pensar solamente con miras de hacer... Y sin embargo, sin teoría, como lo advierte el científico más elemental, no podemos ir a ninguna parte. La teoría sin hechos no vale; pero los hechos sin teoría valen todavía menos”.

## ORIENTACION CIENTIFICA PARA LATINOAMERICA

### *La misión de la Facultad de Geología y Geofísica de la Universidad Nacional*

En momentos en que la educación universitaria colombiana, lo mismo, seguramente, que la del resto del continente, se decide a orientarse por senderos de la ciencia hasta hoy nuevos para ella, con lo cual ampliará considerablemente sus limitados horizontes, y entre los cuales contemplamos con inmensa satisfacción y orgullo patrios, las facultades de Geología y Geofísica, nada sería más oportuno que meditar sobre la moraleja que se desprende de las vicisitudes de la teoría anticlinal, según las hemos expuesto someramente, y dirigir la atención hacia las características subrayadas de la cultura científica americana que tanto nos preocupa imitar. No porque aquéllas en sí no sean más o menos conocidas de toda persona culta, sino porque no se le da a esta imitación al pie de la letra la importancia que para nosotros tiene en realidad, y entonces sucede que la cultura latinoamericana se desplaza inevitablemente hacia ese polo que la atrae con mayor fuerza, no precisamente por su potencia superior intrínseca, sino por su simple proximidad espacial y contingente.

En nuestro sentir, Latinoamérica no debe repudiar las fuentes de su educación clásica europea; lo que debemos hacer es tomar lo mejor de cada una de las culturas a que podamos tener acceso e integrarlo en un todo que se adapte mejor a nuestra idiosincrasia; los latinoamericanos somos pueblos privilegiados con una personalidad que acusa una resultante psicológica eminentemente emotiva, como lo han observado destacados sociólogos nuestros, pero que llevan las fuertes componentes racional, pasional y contemplativa que heredamos de los demás continentes, y que nos hacen especialmente aptos para todas las disciplinas de la mente y del espíritu, aun cuando muchas veces se nos haya dicho lo contrario (14).

Acaso, en fin, en el cuadrante de todas las culturas, la nuestra esté destinada a señalar a la postre el verdadero norte; a ocupar la posición de equilibrio después de muchas tentativas y oscilaciones. Tengamos, pues, fe y confianza en nuestras propias capacidades y posibilidades, y no nos aferremos ciegamente a ningún polo cultural, volviendo la espalda a las demás influencias, porque así no tendremos posibilidades de acertar en el camino.

Concretándonos, para terminar, al caso de las ciencias de la tierra entre nosotros, objetivo principal de estas notas, queremos ser consecuentes con esta filosofía y, en lo tocante a la Facultad de Geología y Geofísica de la Universidad, procuraremos vincularla con instituciones semejantes no solamente americanas, sino también europeas, y trataremos de conseguir para la biblioteca, con la generosa colaboración de las entidades interesadas, tanto obras americanas como europeas en inglés, español, francés, italiano y alemán; esperamos que así nuestra Facultad, y en especial su cátedra y su biblio-

teca, serán ventana abierta a todas las culturas del mundo.

Allí los estudiantes colombianos podrán consultar, por ejemplo, a Davis y a Lobeck en geomorfología, pero tendrán la oportunidad de leer también a Penck, a Martonne y a Derruau; en estructura o tectónica podrán aprender los métodos prácticos de Willis, Nevin o Billings, pero les será posible así mismo enterarse del criterio más universal de Jeffreys, Goguel o de Sitter; en las aplicaciones de la geología a la ingeniería podrán asimilar las enseñanzas prácticas de Ries-Watson, Legget, Trefethen, Schultz-Cleaves, etc., pero recibirán también, si así lo desean, la inspiración que proporciona el método rigurosamente analítico del suizo Bendel o del italiano Desio; en estratigrafía podrán estudiar los últimos sistemas y métodos que exponen Krumbein y Sloss, pero no perderán de vista el elevado criterio preconizado por Grabau, ni los métodos de Gignoux o de Lombard.

Y así en todas las demás ramas de estas disciplinas, que de hoy en adelante ofrecerán a la juventud colombiana estudiosa vastos y fascinantes horizontes de ciencia y de cultura para ser oteados con avidez y sin obstáculos desde estas adustas cimas de los Andes, donde la ubicó su sino geográfico, como queriendo simbolizar la augusta elevación de su destino en América.

### BIBLIOGRAFIA

- (1) Adams, F. D., "The Birth and Development of the Earth Sciences", The Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1938.
- (2) Calverton, V. F., "The American Pattern" en "The Making of Society", Modern Library, N. York, 1937.
- (3) Durán, L. G., "Construcción de Mapas Geológicos Estructurales", "Ingeniería y Arquitectura", N° 130, Bogotá, Julio-Agosto, 1956.
- (4) Emmons, W. H., "Geology of Petroleum", Mc Graw-Hill Book Co., N. York, 1931.
- (5) Gorer, G., "The American People", Norton & Co., N. York, 1938.
- (6) Hager, D., "Practical Oil Geology", John Wiley & Sons, N. York, 1951.
- (7) Landes, K. K., "Petroleum Geology", John Wiley & Sons, N. York, 1951.
- (8) Levorsen, A. I., "Geology of Petroleum", Freeman & Co., San Francisco, 1954.
- (9) Levorsen, A. I., "Discovery Thinking", Bull., American Assoc. of Petr. Geologists, Vol. XXVII, Jul., 1943.
- (10) Mather, K. F., and Mason, S. L., "Source Book in Geology", Mc Graw-Hill Book Co., N. York, 1939.
- (11) Price, P. H., "Evolution of Geologic Thought in Prospecting for Oil and Natural Gas", Bull., American Assoc. of Petr. Geologists, Vol. XXXI, Apr. 1947.
- (12) Price, P. H., "Anticlinal Theory and Later Developments in West Virginia", Bull., American Assoc. of Petr. Geologists, Vol. XXII, Aug., 1938.
- (13) Poincaré, H., "La Valeur de la Science", Flammarion, París, 1938.
- (14) Ramón y Cajal, S., "Reglas y Consejos sobre Investigación Científica" (1897). Obras completas, Ediciones Aguilar, Madrid, 1950.
- (15) Russell, W. L., "Principles of Petroleum Geology", Mc Graw-Hill Book Co., N. York, 1951.
- (16) Tiratsoo, E. N., "Petroleum Geology", Mc Graw-Hill Book Co., N. York, 1952.

# ORFEBRERIA CHIBCHA Y SU DEFINICION CIENTIFICA

A. M. BARRIGA VILLALBA

de la Academia Colombiana de Ciencias.

Los etnólogos están de acuerdo en considerar que los Chibchas, formaron una nación independiente. La variedad de climas imprimió los caracteres propios de las distintas familias que encontraron los españoles, en el momento de la conquista. Pueblo maravilloso, que aún hoy día, refugiados en las selvas, puñados de estos hombres, sobreviven indómitos. Raza, cuyos ancestrales, son todavía una incógnita, que guardan las mudas y gigantescas efigies de San Agustín<sup>1</sup>.

Del macizo aurífero de su suelo, se han extraído miles y miles de kilos de oro. Está formado por una Andesita, que en toda la zona central y occidental, y parte de la oriental, contiene invariablemente el precioso metal. En las hoyas de los ríos y en sus enormes mantos de antiguas playas, se encuentra el oro libre. En la extensa vertiente del pacífico, por fenómenos geológicos, todavía no explicados, se presenta en los aluviones, mezclado con platino y con cristales puros de osmio-iridio.

En la época del Virreinato, la mayor parte del oro que se beneficiaba, era de aluvión de buena calidad. El que se introducía a la Casa de Moneda de Santa Fe, para su conversión en monedas de *cruz* y de *cordoncillo*, después del *remache* de las barras, según el Informe del Fiel de la Casa, en el año de 1756, tenía las siguientes leyes<sup>2</sup>:

“Quebralomo y Marmato, Provincia de Mariquita, los oros son de 15-16 qqs. Los lavados del territorio de los Remedios, de 17 a 18 qqs. El de la Provincia de Antioquia de 19-20 qqs. y suelen subir hasta 21 qqs. y algunas veces más. El de las Provincias de Novita y Zitará, ambas de la Gobernación del Chocó, aquella es más abundante, y son oros de 20-21 qqs.; y ésta (Zitará) de 21 a 22 qqs. El de la Provincia de Leyba es de 21-22 qqs. El de la Gobernación de Popayán, en los lavaderos de Quinamayo, es regularmente de 21 a 22 qqs.; y de la misma calidad experimenta ser el de la Provincia

de Barbacoas, y tal vez se observa que algunos oros de esta Provincia suben a 22 qqs. De la Provincia de San Juan y Pamplona, también se presentan algunos oros, y éstos de lei de 21 qqs hasta 22 qqs. Se tiene observado que todos los oros q'entran en ella, reducidos a una lei común es de 20 qqs. largos como lo demuestra la proporción de la cantidad entrada en ella”.

Objetos de plata elaborados por los indios, no existen, y los de platino, relativamente a los de oro, son muy escasos, posiblemente debido a no encontrarse la plata nativa, ni ser fácil su extracción, y en cuanto a los de platino, la dificultad de su fundición, no les permitió sino trabajar los cristales naturales.

Muy posiblemente, las pocas piezas que hoy existen, fueron hechas por martillado de los granos naturales (Chicharrones). Efectivamente, los únicos ornamentos conocidos hasta ahora son narigueras de este metal, fáciles de trabajar por este sistema. Todas las piezas analizadas presentan las mismas propiedades, y una composición, más o menos semejante a los granos o cristales naturales, según se detalla en el cuadro número 1.

Don Vicente Restrepo<sup>3</sup>, quien describe admirablemente en su libro, la riqueza aurífera del país, nos muestra que a principios de la Colonia, eran muy poco conocidas las minas de plata, y es de presumir que igualmente no lo hubieran sido por los indios, pues de lo contrario, habrían quedado joyas de este metal, como sucedió en México y el Perú. En cambio, el cobre, que existe en algunas regiones del país, fue aprovechado por los indios en forma de *Tumbaga*<sup>4</sup>, quienes, seguramente lo extraían de las zonas de oxidación de Gachalá o de Moniquirá, situadas en pleno corazón de la nación Muisca.

Prueban la falta de la plata indígena, no solamente la ausencia de ella en *tumbas* y *guacas*, sino porque las acuñaciones que se efectuaron en la Casa de Moneda de Santa Fe no se usó plata de mina, sino la extraída del oro, y objetos de plata extranjeros.

<sup>3</sup> Vicente Restrepo, minas de oro y de plata.

<sup>4</sup> *Tumbaga*, aleación de cobre y oro en proporciones inferiores al 30% de oro.

<sup>1</sup> San Agustín (Mpio. Huila), 1° 52' 54" Lat. N. Long. W. 2° 10' 56" de Bogotá. Altura sobre el nivel del mar: 1.695 m. Temp. media 20°C. (Datos tomados del Diccionario Geográfico de Colombia. Eugenio J. Gómez, pág. 245).

<sup>2</sup> Informe del Fiel Don Isidro Joseph de Cabrera, al Superintendente. Archivo de la Casa de Moneda de Bogotá. Libro 9°, folio 21 y vuelto.

CUADRO N° 1. ALGUNAS CONSTANTES DE LAS NARIGUERAS DE PLATINO

Pieza N°	Peso Grms.	Densidad	Color	Magnetismo	Oro %	Platino %
3819	3,3946	19,049	Blanco	Positivo	10,163	30,385
4201	30,3253	17,375	Blanco	Positivo	33,533	28,365
5141	39,2938	16,833	Blanco	Positivo	45,816	18,969
5142	21,1616	17,366	Blanco	Positivo	35,888	25,617
Cristal natural	2,866	17,825	Blanco	Positivo	31,616	38,311

Cuando la Real Cédula de don Felipe III del año de 1627<sup>5</sup> ordenó acuñar, por primera vez en el país, se usó la moneda circulante, que era de ley muy baja y no bien fija (Ley 0,138 a 0,600) para convertirla en moneda de once dineros (Ley 0,916). No consta en los libros de la época que se hubiera acuñado plata de ninguna mina<sup>6</sup>.

Del estudio y análisis de las piezas del Museo del Oro del Banco de la República, se deduce que los Chibchas, conocieron la fundición del metal, en moldes de arcilla refractaria; el vaciado en hueco y a la *cera perdida*; el martillado, repujado, el recocido y temple, la soldadura con oro, el modelado en cera y en arcilla, el modelado del oro y sus aleaciones, en frío; la afinación del oro, la disolución, reducción y precipitación, y el dorado de las piezas.

Al concepto del Profesor Krickeberg<sup>7</sup> quien dice: "A los Chibchas hay que atribuir la técnica del vaciado a la cera perdida, y el dorado por medio de jugos vegetales, dos conquistas técnicas que llegaron a extenderse hasta México y el Perú", hay que agregar también, el trabajo del oro y de la *tumbaga* en frío.

Muy posiblemente los objetos de oro elaborados por nuestros orfebres indígenas, y que según el análisis, contienen plata, no fueron hechos ligando los metales, sino que ésta era la propia que contenía el oro, porque los porcentajes encontrados, corresponden a los tipos de oro nativo de las propias regiones.

Dejando a un lado el platino, por las razones que ya dijimos, solamente fueron materia prima de las piezas Chibchas, el oro nativo y el cobre.

## ESTRUCTURA DE LAS PIEZAS INDIGENAS

Para el estudio de la estructura, empleamos el espectrógrafo de difracción de rayos X; y, para conocer y fijar ciertas propiedades y características de los objetos de oro y de *tumbaga*, hicimos algunas medidas, análisis y pruebas con los metales puros y sus aleaciones, en distintas formas.

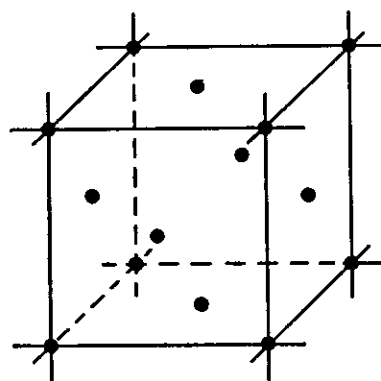
Las manipulaciones a que fueron sometidas las joyas indígenas por sus artífices, son cuestiones que pueden aclararse bastate, base indispensable para poder hacer su clasificación y fijar su origen.

Los diagramas del oro de filón y de aluvión, del oro refinado, del oro en cristales y del precipitado, están todos caracterizados por una misma serie de líneas, que sólo se diferencian en la intensidad. Igual acontece con los del cobre y de la plata.

Muy poca diferencia entre sí, presentan los diagramas del oro y de la plata, como se puede observar en los diagramas correspondientes, tomados sobre planchitas del metal fundidas. (Diagramas Nos 1. y 2.).

Las dimensiones del retículo, son casi iguales; el sistema cristalino es el mismo, la ordenación de los átomos es semejante. Estas circunstancias hacen que estos dos metales no formen eutécticos o combinaciones defi-

nidas, y sean por esta causa, sus aleaciones, verdaderas soluciones sólidas.



Retículo del oro, de la plata y del cobre.  
Cubo de caras centradas.

La valoración de los índices fue sencilla operación, debido a la propiedad de estos metales de formar retículo cúbico, en el cual los átomos se reparten en los vértices y en los centros de las caras (caras centradas), que provocan las reflexiones y ausencias conocidas, por las interferencias de los rayos X.

La modificación constante de la línea correspondiente al orden quinto de difracción, para estos metales:

$$\begin{aligned} \text{Oro} & \quad 2\theta = 81^\circ 20 \\ \text{Plata} & \quad 2\theta = 81^\circ 15 \\ (h^2 + k^2 + l^2) & = 12 \end{aligned}$$

en su forma pura y aleaciones con plata y cobre, después de trabajados por laminación, martillado y recocido, es absolutamente característica, siendo por esta razón, el único medio para conocer si las piezas de oro, fueron o no sometidas a estos procesos.

Para el oro y la plata (sistema cúbico), los índices correspondientes a los planos de reflexión del ángulo de Bragg ( $2\theta$ ) se deducen inmediatamente. La ley de Bragg  $n\lambda = 2d \text{ Sen } \theta$  da a conocer la distancia entre dos planos adyacentes del retículo:

$$d = \frac{n\lambda}{2 \text{ Sen } \theta} \quad (n = 1). \text{ Primer orden de difracción}$$

y en función de los índices:

$$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2}$$

de donde:

$$\text{Sen}^2\theta = \frac{2\lambda}{4a^2} (h^2 + k^2 + l^2) = K(h^2 + k^2 + l^2)$$

$d$  = Distancia interplanar

$a$  = Lado del cubo elemental (retículo)

$\lambda$  = Longitud de onda empleada (cobre = 1,4521)<sup>8</sup>.

## VALORES PARA EL ORO, PLATA Y COBRE

Metal	d.	a	$K(h^2 + k^2 + l^2)$	hkl. (primer orden)
Plata	2,8°364	4,8°097	0,10628	1 1 1.
Oro	2,8°353	4,8°075	0,10728	1 1 1.
Cobre	2,8°087	3,8°614	0,13634	1 1 1.

<sup>5</sup> Expedientes N° 6 y 7. Año de 1627. Archivo de la Casa de Moneda.

<sup>6</sup> La ley de la plata se valoraba en esa época (1627) en *dineros*, 12 dineros equivalen a 1.000/1.000 de fino o a 24 quilates.

<sup>7</sup> Etnología de América, pág. 347.

<sup>8</sup> Al final expondremos con algún detalle la ley de Bragg.

Hay una pequeña discrepancia con los valores clásicos de  $\delta$  probablemente debido a la temperatura de Bogotá (15°C) y porque se tomó el valor medio de todas las medidas hechas sobre varias formas de los metales (precipitados, fundidos, cristales). Los valores que hemos encontrado para la distancia reticular  $d$  están

exactos a los del INDEX X. RAY DIFFRACTION DATA. (1950 Edition), págs. 78, 94 y 126.

Los diagramas de difracción de los metales puros en forma cristalina, del oro, plata y cobre, pueden leerse en las páginas citadas. En las tablas I, II y III se resumen los datos y muestran una aproximación suficiente para los valores de  $\text{Sen}^2\theta$  y  $K(h^2 + k^2 + l^2)$ .

TABLA I — DIAGRAMA DEL ORO

Planos	$\delta$	$2\theta$	$\theta$	$\text{Sen } \theta$	$\text{Sen}^2\theta$	$K(h^2 + k^2 + l^2)$	I
1 1 1	2,3536	38° 25'	19° 7' 30"	0,3274	0,10719	0,10728	100
0 0 2	2,0571	44° 13'	22° 0' 00"	0,3746	0,14032	0,14304	96
0 2 2	1,4521	64° 13'	32° 0' 00"	0,5306	0,28160	0,28608	45
1 1 3	1,2378	77° 00'	28° 30' 0"	0,6225	0,38751	0,39336	40
2 2 2	1,1841	81° 20'	40° 36' 0"	0,6507	0,42350	0,42912	22

Para  $\lambda = 1,5412$   $\delta = 2^{\text{Å}},3536$  (Distancia interplanar)  
 $a = 4^{\text{Å}},075$  (Lado del cubo elemental)

TABLA II — DIAGRAMA DE LA PLATA

Planos	$\delta$	$2\theta$	$\theta$	$\text{Sen } \theta$	$\text{Sen}^2\theta$	$K(h^2 + k^2 + l^2)$
1 1 1	2,365	38° 00'	19° 0' 0"	0,3259	0,10599	0,10628
0 0 2	2,052	44° 10'	22° 0' 0"	0,3754	0,14094	0,14171
0 2 2	1,451	64° 15'	32° 4' 12"	0,5309	0,28191	0,28343
1 1 3	1,237	77° 04'	38° 31' 12"	0,6227	0,38786	0,38971
2 2 2	1,184	81° 15'	40° 34' 12"	0,6503	0,42298	0,42514

Para  $\lambda = 1,5412$   $\delta = 2^{\text{Å}},364$  (Distancia interplanar)  
 $a = 2,364x\sqrt{3} = 4^{\text{Å}},097$

TABLA III — DIAGRAMA DEL COBRE

Planos	$\delta$	$2\theta$	$\theta$	$\text{Sen } \theta$	$\text{Sen}^2\theta$	$K(h^2 + k^2 + l^2)$
1 1 1	2,087	43° 32'	21° 39' 36"	0,36910	0,13623	0,13634
0 0 2	1,811	50° 34'	25° 10' 12"	0,42530	0,18088	0,18179
0 2 2	1,282	73° 89'	36° 56' 42"	0,60105	0,36126	0,36358
1 1 3	1,086	90° 40'	45° 12'	0,70957	0,50348	0,49998

Para  $\lambda = 1,5412$   $\delta = 2^{\text{Å}},087$   
 $a = 3^{\text{Å}},6146$

TABLA IV

Diagrama de difracción	Aleación	INTENSIDADES CORRESPONDIENTES A LAS REFLEXIONES					
		38°	44°	64°	77°	81°	
3.	Oro 80% Plata 20%	39	6	6	11	10	Sin laminar
4.	" 80% " 20%	15	35	29	15	0	Laminado
5.	" 70% " 30%	35	34	5	23	21	Sin laminar
6.	" 70% " 30%	20	42	27	15	0	Laminado
7.	" 60% " 40%	33	17	57	3	13	Sin laminar
8.	" 60% " 40%	17	31	25	12	0	Laminado
9.	" 50% " 50%	65	40	3	55	20	Sin laminar
10.	" 50% " 50%	20	25	38	12	0	Laminado



T A B L A V

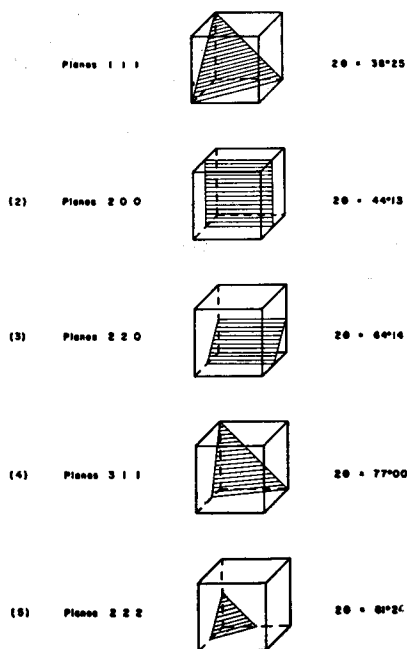
Aleación		Angulo de Bragg	Distancia interplanar	Lado del cubo elemental
Oro 90%	Plata 10%	38°10	2.Å°361	4.Å°089
" 80%	" 20%	38°04	2.Å°364	4.Å°094
" 70%	" 30%	37°91	2.Å°373	4.Å°110
" 60%	" 40%	37°90	2.Å°373	4.Å°110
" 50%	" 50%	37°74	2.Å°384	4.Å°129

Los planos correspondientes a los índices causantes de las reflexiones observadas, según los diagramas Nos. 1. y 2. citados, del oro y de la plata, para los valores angulares  $2\theta$  que figuran en las Tablas I y II son:

- 1) Planos 1 1 1  $2\theta = 38^\circ$
- 2) Planos 2 0 0  $2\theta = 44^\circ$
- 3) Planos 2 2 0  $2\theta = 64^\circ$
- 4) Planos 3 1 1  $2\theta = 77^\circ$
- 5) Planos 2 2 2  $2\theta = 81^\circ$

Los planos 222, son los que desaparecen por laminación y martillado, y a lo largo de los cuales se producen los deslizamientos.

En el oro y en la plata bien cristalizados y sin haber sufrido ninguna acción mecánica, la intensidad de la línea  $2\theta = 81^\circ$  (quinto orden de difracción) es máxima. Si el metal ha sido martillado o laminado, disminuye proporcionalmente, hasta desaparecer por completo. Pero si el metal o aleación se somete a un recocido, reaparece, no al mismo valor inicial, pero sí en proporción al calentamiento.



Planos de difracción correspondientes a los ángulos  $2\theta$  observados en el oro, la plata y el cobre. Los planos 222 son los que desaparecen en el laminado.

En la Tabla IV hemos puesto los valores que hemos encontrado para aleaciones de oro y plata hasta el 50% de cada componente.

En el diagrama del cobre, no aparece ninguna inflexión para  $2\theta = 81^\circ$  porque el orden de difracción

que corresponde, es superior a  $45^\circ$  que es el límite de resolución de nuestro instrumento. Las medidas se hicieron sobre una planchita del metal sin pulir, como se obtuvo del molde donde se vació el metal.

Con las cifras obtenidas en los diagramas Nos. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, y 16, formamos la Tabla IV donde se observa que el retículo se modifica profundamente por el laminado y es constante la desaparición de la línea  $2\theta = 81^\circ$ .

Las aleaciones de oro y plata tienen un retículo igual al de los componentes. Solamente las dimensiones se aumentan ligeramente, como se puede ver en la Tabla V.

En el notable trabajo de Samuel Kirkland Lothrop<sup>9</sup>, refiriéndose a Colombia, se afirma que lo "típico o característico" de las piezas indígenas de oro, es el ser fundidas, lo mismo que las de *Tumbaga*.

Evidentemente existen en el Museo del Oro del Banco de la República, muchas joyas que fueron hechas por este sistema, pero una parte, en especial las más delicadas, y quizás, las más artísticamente ejecutadas, no fueron hechas por este sistema, ni siquiera por el de la cera perdida, como tendremos ocasión de demostrarlo.

### VACIADO EN MOLDE ABIERTO

Parece que fueron ejecutadas por este método, y después pulidas, especialmente las piezas macizas pequeñas. En ellas, el frente de la figura ocupaba el fondo del molde.

Estas figuras muestran por el respaldo la estructura cristalina de la solidificación.

### VACIADO EN MOLDES DE CORAZON

El método Chibcha, de vaciar en moldes de corazón de cera, denominado comúnmente de la *cera perdida*, y descrito por el cronista de la colonia, Fray Bernardino de Sahagún<sup>10</sup>, fue empleado en un gran número de piezas de Museo. Este método tiene la ventaja inigualada de reproducir fielmente el objeto que creó el artista en formas difíciles y complicadas, filigranas y articulaciones móviles de piezas, que por simple vaciado, no podrían obtenerse.

Las fotografías Nos. 2 y 3 de la pieza N° 3530 del Museo del Oro, son de un clásico *Tunjo* de tumbaga, hecho con lámina de cera sobre núcleo de arcilla, eliminada la cera por el calentamiento, y vaciado el oro en el molde que dejó la cera.

Su composición es:

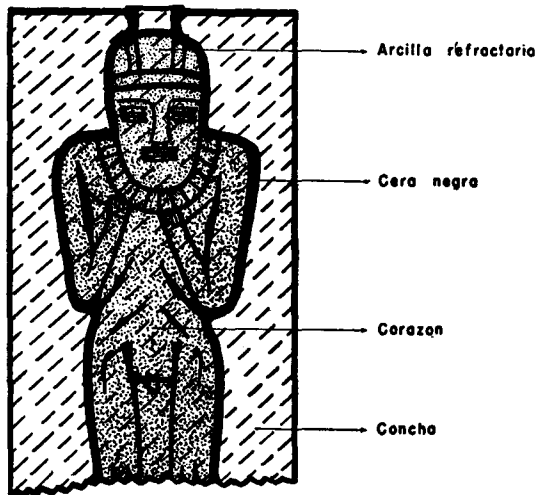
Oro: 24,12 %, Plata: 0,05%, Cobre: 75,43%.

Sobre la figura de arcilla, se modelaba en la cera la forma deseada, y sobre esta se colocaba la cubierta o concha, del mismo material refractario de que estaba hecho el corazón o núcleo. Con este procedimiento, la economía del material precioso podría llegar hasta más del ochenta por ciento.

<sup>9</sup> Metals from The Cenote of Sacrifice-Chichen Itza. Yucatan. Pág. 109, 1952.

<sup>10</sup> Historia general de las cosas de la Nueva España.

Otra importante ventaja de este sistema de vaciado, era poder colocar ciertos adornos y accesorios prefabricados, sobre la figura principal, como narigueras, orejeras, insignias, diademas, collares, etc. Esto se observa en muchas piezas, sin que aparezca señal de soldadura, remache, unión ni rotura.



Corte del molde, como debía ser fabricado por los orfebres indígenas, para vaciar a la *cera perdida*, figuras huecas, semejantes a la que se refieren las fotografías 2. y 3.

Una vez hecha la figura en cera, se le colocaban los adornos móviles que debía llevar, los cuales quedaban en parte aprisionados por la concha de arcilla, que necesariamente tenía que colocarse húmeda o en forma todavía plástica.

La figura N° 6383, fotos Nos. 4 y 5, muestran por el frente y por la parte posterior, en la parte superior de la cabeza, seis laminitas circulares, con sus respectivas argollas, fijadas a la masa principal. Puede observarse, que las de la parte posterior, por defecto de la colocación de la *concha*, e imperfección del vaciado, quedaron aprisionadas, en parte, dentro de la masa de oro de la cabeza.

### VACIADO EN MOLDE DE CERA

En donde se puede apreciar la delicadeza de la técnica para obtener un perfecto acabado, es en las narigueras que muestra la fotografía N° 6. Estas joyas fueron hechas, con toda probabilidad, sobre un molde tomado de un modelo hecho en cera negra.

La fotografía N° 7 aumentada x2. de la segunda nariguera, demuestra que el modelo se hizo con hilos de cera cuyos dobleces y uniones se ven claramente en toda la forma que sirvió de matriz. La fotografía N° 8 aumentada x2. de la primera, tomada en la parte superior izquierda, pone de manifiesto que el modelo se hizo, de la misma manera, con hilos de cera; los de la periferia, trenzados, y los inmediatos, torcidos en cordón.

El análisis químico de las piezas, demostró que fueron hechas de *Tumbaga*, y que se les dio un baño de oro fino, por el método de la sal, que adelante explicaremos.

### Composición química:

Nº	Oro %	Plata %	Cobre %
98	39,85	19,10	35,88
6118	57,00	27,76	11,93

La técnica Chibcha, en la metalurgia del oro, y el arte de sus orfebres, tan característicos, produjeron piezas aparentemente simples, clasificadas por algunos como formas crudas y pueriles, son por el contrario, una verdadera revelación del pensamiento indio. Sin proporcionalidad en las partes, las figuras muiscas que representan al hombre o a la mujer, son como símbolos de una idea fundamental, de ahí la simplicidad del modelado esquemático, que prescinde de la realidad en las formas.

La fotografía N 9 representa una mujer con un niño a cuestas, el cual se ve bien en la fotografía aumentada N° 10 de la misma figura, tomada por detrás.

Las fotografías Nos. 11 a 14, tomadas respectivamente por los frentes de cada figura y por los dos costados, representan el acto sexual. La mujer lleva siempre un niño, o se distingue por la ausencia de diadema, como se detalla en la fotografía N° 15 y en la pieza N° 16, poco común, porque está hecha con oro muy fino.

Composición química: Oro 64%, Plata 6%.

La forma y apariencia de estas piezas, son las características de la manufactura Chibcha a la *cera perdida*. Aparentemente, las partes de las figuras, parecen haber sido confeccionadas con alambre de oro, y los adornos y accesorios, por soldadura, sobre el cuerpo principal, como se muestran en las figuras de las fotografías N° 6 y 7. Pero el examen detenido y el conocimiento de la técnica empleada, demuestran que fueron vaciadas en una sola operación, sobre el molde de la figura, hecho totalmente en cera.

Más demostrativa es, todavía, la figura de la fotografía N° 18. Este tunjo tiene la cabeza maciza y el gorro que la cubre, forma con ella una sola pieza. La composición química de las orejeras, es exactamente la misma que la del cuerpo. La fotografía aumentada de la misma pieza, detalla mejor su estructura (N° 19).

Es indudable que para poder obtener esta clase de fundiciones, era necesario elaborar la figura que sirviera de molde, en un material extraordinariamente plástico, vaciar el metal en el molde, estando este muy caliente, y además, hacerlo con cierta presión, tal como lo describe el Cronista, quien nos cuenta *que usaban una especie de embudo largo para vaciar*.

Algunas piezas han llegado hasta nosotros, sin haber sufrido el último retoque, que afortunadamente, por esta circunstancia, nos demuestran que efectivamente, las partes que parecen ser alambre soldado, no lo son, sino reproducción del molde original.

La fotografía N° 20 es de una figura, hecha tan finamente, que parece filigrana perfecta, pero en realidad es un simple vaciado, como puede verse en la fotografía N° 21 que corresponde a la parte izquierda, convenientemente aumentada. El oro se escurrió y soldó el cuerpo y el brazo. En otras ocasiones, debido a una manufactura más tosca, la cera se ablandó un poco, antes de moldearla, por lo cual no se destaca bien el alambrado, que la fundición reprodujo sin nitidez, como lo indica la fotografía N° 22 y la N° 23 aumentada, de la parte derecha.

## CERA NEGRA

Y por último, es prueba de lo dicho anteriormente, la pieza cuya fotografía N° 24 nos muestra, dentro de la diadema, ojos, boca y otras partes, el material del molde (mezcla de arcilla y carbón de leña), cuya composición es la misma que hemos analizado del corazón de otras piezas. La fotografía aumentada N° 25 de la parte superior del tunjo es definitiva; la arcilla endurecida por la acción del calor llena los vacíos de la filigrana, primitivamente hecha en cera.

El método Chibcha, de la *cera perdida*, así como el sistema de afinar el oro, fueron usados más tarde por los mismos españoles. En la Casa de Moneda de Bogotá, desde el año de 1622 hasta muchos años después de la Independencia, se afinó todo el oro que la Casa acuñó, por el procedimiento indígena. En 1756 cuando se cambió la moneda cruda, llamada de *martillo*, porque se grababa a golpes sobre yunque, por la circular de cordoncillo, fueron necesarios volantes o acuñadoras de suficiente potencia, para imprimir las piezas de plata y de oro, onzas y patacones de treinta y ocho milímetros de diámetro. La importación desde Sevilla de estas máquinas, hechas de una sola pieza, de más de tres toneladas de peso, era imposible. Los maestros de la Casa, resolvieron el problema, utilizando el mismo método de los Chibchas, y se fundieron por el *sistema de la cera perdida*, tres volantes de bronce, dos de ellos, todavía se conservan. El detalle de su construcción, su costo, mano de obra, y demás detalles, corren descritos en el Expediente N° 41 del año de 1776 del Archivo Colonial de la Casa de Moneda.

### MATERIAL REFRACTARIO EMPLEADO POR LOS INDIGENAS

En el sistema de fundir a la *cera perdida*, es necesario un material de especiales condiciones, para la construcción del molde; extraordinariamente plástico, refractario y resistente a los cambios térmicos, al mismo tiempo, un poco reductor, para evitar adherencias, mal conductor del calor y de textura fina y homogénea.

Existe todavía en muchas piezas del Museo restos de este refractario de tan señaladas condiciones. Para su análisis utilizamos el relleno de la pieza de la fotografía N° 26, que es un caracol hecho en oro fino de aluvión (ley oro, 0,910; ley plata, 0,058). Esta pieza fue vaciada sobre un corazón de arcilla y carbón de madera, cuya composición es la siguiente:

Arcilla pura . . . . 61%  
Carbón de leña . . . . 37%

No contiene ninguna sustancia soluble.

El análisis del relleno de otras piezas dio siempre el mismo resultado. Algunas muestras dieron cobre en forma de óxido, pero seguramente este cuerpo es contaminación y no forma parte del refractario.

En toda el área de la nación Chibcha, vive un insecto de tamaño mayor que el de una abeja, que en la Sabana de Bogotá, lo denominan *Abejón*. Es de color negro y costumbres semejantes a las de las abejas, pero sin formar asociaciones numerosas.

Son grupos de un centenar de individuos, muy bravos y venenosos, que forman pequeñas colmenas, donde elaboran una miel dulce y blanca. Hacen el panal de cera de color negro-carmelita, muy maleable, no adherente, de fácil fusión, que al calor de las manos se deja hacer en hilos o en hojas tan delgadas como se quiera.

Es casi seguro que esta cera fue el material que emplearon los Chibchas para sus modelos, porque en el país no existían las abejas, ni otros insectos que elaboraran cera propia para este fin.

Por sus propiedades físicas y químicas es un material ideal en la metalurgia por el sistema Chibcha de la *cera perdida*, como hemos tenido ocasión de verificarlo experimentalmente, muy superior a los preparados modernos a base de cera de abejas o ceras vegetales. La hechura de los modelos con esta cera, es muy fácil, pues no necesita ningún instrumental. Con las manos se pueden hacer hilos, láminas y piezas tan delicadas como se quiera, lo que no puede ocurrir con ceras vegetales, como la de carnauba, que es muy dura, ni con otras análogas de que podían disponer los aborígenes.

La fotografía N° 27 es un tunjo de cera negra, de dimensiones corrientes, hecho sin instrumentos, con la cera ablandada por el calor de la mano.

Todavía es materia de comercio entre los indios, la *cera de abejón*. La emplean en la confección de cordeles y tejidos; para el ajuste de piezas e instrumentos musicales, para hilos y cuerdas de costura y como pegante. La Industria la emplea en zapatería y en el apresto.

En los mercados de los pueblos y en el de Bogotá se vende en forma de pequeños envueltos en hojas de Payaca (*Plinium Cetosus*) como lo muestra la fotografía N° 28 tal como se consigue en los puestos de la plaza de mercado de esta ciudad.

Los profesores Hernando Osorno Mesa † y Ernesto Osorno Mesa, autoridades en la materia, se sirvieron hacer el estudio sesudo sobre nuestros abejones que va publicado al final.

Mucha importancia para la orfebrería indígena tuvo esta cera, que sin ella, muy posiblemente, no nos habrían podido dejar en sus *tunjos*, la clara expresión de un arte en donde la representación de la idea prima sobre la forma material. Los abejones, el oro y el cobre de sus joyas, las tintas indelebles que perduran en las rocas, son los elementos que nos unen al ancestro muisca.

### CARACTERISTICAS DE LA CERA DE ABEJON, COMPARADA CON LA DE ABEJAS

	Densidad a 15°C.	Punto de fusión	Indice de saponificación	Número de ácido	Indice yodo	Insaponificables
Cera de abejón	0.959 - 0.970	61°-63°C	88 - 107	50 - 54	3,6-5	16 - 22
Cera de abejas	0.997 - 0.998	62°-67°C	46 - 50	5,95 - 7,20	3,5-6	20 - 25

## TRABAJO DEL ORO

### Oro en láminas y planchas

No conocieron la laminación propiamente dicha, pero posiblemente los pectorales que existen, algunos de ellos de más de quinientos centímetros cuadrados de superficie, y otras joyas hechas de lámina de oro, debieron serlo, por fundición a la cera perdida de oro muy dulce, y después por martillado y recocado en operaciones sucesivas, o entre pieles o telas por martillado especial de material dulce, lograron batir piezas extraordinariamente delgadas, como la de la fotografía N° 29, que aun cuando pequeña (7 cms. x 4 cms.) presenta un espesor muy regular de 1/20 de milímetro. La presencia de la línea  $2\theta = 81^\circ$  (diagrama de difracción N° 11), manifiesta que esta pieza, nunca pudo haber sido laminada. Presenta una serie de repujados, que pueden ser adornos o símbolos.

En algunas figuras hechas en lámina delgada como la correspondiente a la fotografía N° 30, que tiene un espesor de 0,2 de mm. quedaron los rastros del molde primitivo de la cera que al fundirse, desprendió fragmentos de arcilla, muy visibles en la fotografía N° 31 tomada por el respaldo.

En lámina muy delgada está también hecha la pieza N° 5906 (10,5 cms. x 4 cms.), que representa una figura humana, de la fotografía N° 32. Es oro muy fino, dúctil y maleable. En los bordes laterales tiene un espesor de apenas 8/100 de milímetro, y en las partes restantes 12/100.

Por la parte posterior, en esta pieza, fotografía N° 33 se observan las huellas de la matriz (fibras o ranuras) en alto relieve, correspondientes a la parte central de la figura. Fue repujada, recortada y pulida. El diagrama de difracción N° 12 tomado a esta pieza demuestra claramente que fue fundida directamente en plancha.

Por el mismo sistema debieron ser fabricados numerosos pectorales de los del Museo del Oro como el de la fotografía N° 34, que además lleva la figura central repujada en alto relieve y el adorno periférico parte en bajo relieve.

En cambio, el pectoral de la fotografía N° 35 (anverso) y fotografía N° 36 (reverso) que lleva también orejeras y nariguera con alambres, fue todo fundido a la cera perdida.

En la fotografía de la parte posterior (N° 36), se ven nítidamente las rugosidades que dejó la cera que sirvió de modelo para el molde de corazón.

Una de las piezas más importantes del Museo del Oro, según el decir de los técnicos, es el pectoral de la fotografía N° 37.

Lleva una serie de adornos, hechos en alambre, que parecen soldados a la plancha o lámina de la figura, pero que en realidad fueron vaciados con la misma pieza. Es oro muy dulce, dúctil y maleable, del tipo de aluvión de la región de Barbaocoas. El ensayo dio una ley en oro de 0,880 y en plata de 0,110 y presenta las características siguientes: Altura: 16,3 cms.; anchura en la mayor parte: 17,3 cms.; espesor medio: 0,45 milímetros. Peso: 184 grms.

El espesor, hacia las extremidades, es de 0,8 milímetros en unas y en las otras de 0,6 de milímetro. Hacia los lados

del pecho es de 0,4; en las partes planas de la cara 0,27 y 0,37 de milímetro, región donde fue fuertemente pulida por el orfebre. El diagrama de difracción, tomado directamente a la pieza, es de los más característicos y demuestra suficientemente que no fue laminada.

## HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Las herramientas que los aborígenes emplearon para estos trabajos fueron sencillas: agujas, cinceles y gradines, espátulas y cuchillos, gratas, botadores y buriles de oro amarillo o rojizo, de tamaño pequeño, endurecidos especialmente en los cortes por calentamiento y martillado.

### COMPOSICION DE ALGUNAS HERRAMIENTAS

Nº	Color	Oro %	Plata %
327	Amarillo	68,72	14,09
2221	Amarillo	61,11	11,83
3437	Rojizo	55,38	3,70
4630	Rojizo	59,00	0,29
6006	Rojizo	61,31	10,34

Las formas y dimensiones pueden apreciarse en la fotografía N° 38 (herramientas de color rojizo) y en la N° 39 (herramientas de color amarillo) tomadas sobre fondo milimetrado.

Es muy notable el cincel de la fotografía N° 40 fabricado por el sistema de la cera perdida, con corazón de arcilla refractaria. La capa metálica tiene un espesor de 1,5 milímetros. La densidad aparente es apenas de 4,19 y pesa 122 gramos. Contiene: oro, 14,65%; plata, 10,35% y cobre 73,18% (análisis referido solamente a la parte metálica).

### DUREZA BRINELL DE LAS HERRAMIENTAS

Pieza	Nº	Color	Dureza en el cuerpo	Dureza en el corte
Cincel	327	Amarillo	20°	26°
Cincel	1783	Amarillo	38°	41°
Cincel	2221	Rojizo	25°	25°
Espátula	3002	Amarillo	36°	9°
Cuchillo	3289	Rojizo	5°	4°
Cincel	3437	Rojizo	32°	35°
Espátula	3438	Amarillo	22°	25°
Cincel	4630	Rojizo	26°	30°
Cincel	5101	Amarillo	16°	28°
Espátula	6006	Amarillo	20°	27°
Cincel	6007	Rojizo	24°	32°

## SOLDADURA DEL ORO

No es muy frecuente la soldadura, aun cuando sí la emplearon los Muisca, porque la técnica de la *cera perdida* les permitía hacerla de un modo indirecto, como ya lo anotamos. Además, el sistema del trabajo del oro en frío, que adelante explicaremos, facilita tanto como el

vaciado en corazón de cera, todas las manipulaciones, para fijar las piezas, colgantes, apéndices o adornos.

Simple soldadura se puede ver en la pieza N° 1230, que es una especie de escudo, hecho en oro fino. Fotografías Nos. 41 y 42, tomadas sobre papel milimetrado, con y sin aumento, respectivamente.

Soldadura al tope por calentamiento con oro en polvo se ve en la parte media de la pieza N° 2127, fotografía N° 45, que es una serpiente de oro hecha con lámina. La fotografía N° 43 tomada con aumento, por el frente sobre el punto de la soldadura y la 44 tomada por detrás, en el mismo sitio, ilustran este ejemplo.

Una serpiente de *tumbaga* de setenta centímetros de longitud, fue hecha en segmentos y después unidos por soldadura al tope, como lo muestran las fotografías Nos. 46 y 47 tomadas respectivamente por encima y por debajo de la pieza (joya N° 6009) sobre papel milimetrado con un aumento de x3. Se puede observar que se le colocó una planchita delgada como refuerzo.

La pieza N° 1236 es otra serpiente de *tumbaga*, hecha de la misma manera por secciones, a la cera perdida, y después soldadas al tope, como lo muestran también las fotografías Nos. 48 y 49 tomadas en la misma forma que las anteriores.

Las piezas Nos. 2157, 536 y 6784 que parecen especie de cuchara o utensilios manuales, fotografía N° 50, llevan soldadas algunas figuritas en la extremidad. La del centro conserva los restos de un lagarto y otro en perfecto estado. La fotografía N° 51 tomada con aumento, en el propio sitio, detalla la soldadura, que no lo fue a la cera perdida, sino por calentamiento de las partes.

De modo semejante pudo haberse hecho el calentamiento hasta fusión parcial de las partes, en presencia de ciertas sales, como alumbre. Tal parece haber sucedido con la cara o máscara que lleva dentro la pieza N° 1119, parece representar un caimán que devoró una persona. Véanse las fotografías Nos. 52 y 53.

#### HUELLAS DACTILARES EN LAS PIEZAS DE ORO

Ha existido siempre una vaga idea, una creencia, hasta cierto punto errónea, sobre la facilidad con que los aborígenes *amasaban* el oro. Es posible que proviniera de la presencia, bastante frecuente en los objetos de oro indígena, de huellas parecidas a las dactilares.

La pieza de oro macizo N° 4073 que reproduce las fotografías Nos. 54 y 55 las muestra, por dos frentes. Son muy visibles en las partes superior y posterior. No son otra cosa sino trazos de los gradines con que se fabricó el modelo de cera, que son más demostrativos en la fotografía N° 57 de la parte del estómago, convenientemente aumentada, y es terminante la fotografía aumentada de los surcos paralelos que envuelven la nariguera, imposibles de dejar como impresiones de los dedos del orfebre.

Huellas dactilares sí podrían quedar en las piezas, si la matriz de cera las tuviera, pero quedarían en negativo, lo cual no se ha observado. Además la cera es necesario trabajarla a la temperatura de las manos, y el moldeo no se hace por impresión sino por frotamiento.

Los alambres, láminas, etc., en material de cera, muy seguramente, los primeros los hacían por rodamiento entre dos superficies lisas, y las últimas, por aplanamiento, también en caliente entre un rodillo y una superficie. De lo contrario no habrían podido fundir láminas tan homogéneas y alambre tan regulares como los que llevan numerosas piezas del Museo del Oro.

La fotografía aumentada N° 59 es de verdaderas huellas humanas, tomadas en un pedazo de oro en frío, como adelante lo veremos. Se puede apreciar, en bajo relieve, la forma, dirección y curvaturas características.

#### PIEZAS DE ORO Y TUMBAGA FABRICADAS CON ORO PRECIPITADO

El examen de algunas piezas del Museo, de aspecto fundamentalmente distinto al de todas las demás, nos indicaron que estas joyas, debían haber sido fabricadas siguiendo una misma técnica, y por un procedimiento completamente distinto al de la cera perdida, la fundición directa o el martillado y repujado.

En efecto, los cortes practicados en todas ellas, mostraron al microscopio una misma e idéntica estructura esponjosa y cristalina, en partes de color de plata reducida, incompatible con las estructuras del mismo material fundido, de color carmelita absolutamente característico, con grandes vacíos en el interior y huecos esféricos, correspondientes al desprendimiento de gases.

Por otra parte, el espectro de difracción de los rayos X, del material convenientemente preparado indicaba una estructura cristalina definida, enteramente semejante a la del oro en cristales, y más especialmente a la del oro precipitado, como se puede apreciar en los diagramas Nos. 13 y 14, correspondientes al alfiler N° 3669 y al oro puro precipitado en polvo. En ambos diagramas se muestra el halo correspondiente al primer orden de difracción, debido al tamaño de los gránulos metálicos y la semejanza de las curvas.

Por otra parte, el análisis inmediato, indicó que los metales no estaban combinados. Sin necesidad de incubar con plata, como se hace para los ensayos corrientes de oro, la plata y el cobre, se pueden separar del oro por simple disolución en ácido. En efecto por tratamiento con ácido nítrico, se obtiene un residuo que es igual a todo el oro, y una solución de plata y cobre. La Ley del residuo es de 0,978 a 0,988 de fino.

Medida la densidad de estas piezas, por el método del frasco resulta, en promedio, bastante más baja que la densidad aparente del oro de aluvión más fino del Chocó (tipo Barbacoas) cuya ley es de 0,893 y que la del mismo fundido, que es de 18,21.

La plata de las aleaciones con el oro, es solamente soluble, cuando entra en la proporción del 50% para arriba. La plata de las piezas a que me refiero, está en proporción muy distante de esta cifra, y en concentración que hace que sea insoluble en ácido nítrico, cuando forma verdadera aleación.

Tampoco los agentes atmosféricos y los de los suelos, pueden llegar a poner en libertad los componentes metálicos, tal como aparecen en estas joyas, que conservan todas sus formas, debajo de una capa metálica intacta.

La densidad de las piezas, que se han conservado en perfecto estado interior y exterior, en las fracciones de las rotas, y en otras de aspecto negro, es siempre muy baja.

Ante estos resultados sorprendentes tenía que concluirse que se estaba en presencia de un material común, elaborado con oro metálico, en gránulos finos o simples cristales reducidos de una solución aurífera, oro precipi-

tado, como el que se puede obtener en el laboratorio por los variados métodos que se emplean para los metales preciosos puros.

El cuadro siguiente, compendia el resultado del análisis de unas cuantas piezas de oro y de *Tumbaga*, hechos con este material por los indígenas.

Pieza Nº del Musco del Oro	Nº	Aspecto	Densidad	Oro %	Plata %	Cobre %	Fotografía Nº
Hombre-ave <sup>11</sup>	269	Tumbaga	9,463	27,29	17,81	48,12	69
Estatuilla	382	Tumbaga	9,950	46,90	18,49	34,21	71
Hombre-ave <sup>11</sup>	2026	Tumbaga	9,356	39,07	8,10	50,16	73 <sub>1</sub>
Hombre-ave <sup>11</sup>	3038	Tumbaga	8,263	37,57	6,90	44,22	73 <sub>2</sub>
Alfiler	3669	Oro	10,733	75,21	17,45	5,98	74 <sub>1</sub>
Pendiente	4801	Oro	8,959	72,43	18,16	8,26	74 <sub>2</sub>
Pendiente	6521	Oro	9,148	70,05	17,88	9,29	76
Hombre-ave	6686	Tumbaga	9,012	53,92	9,01	33,45	75
Pectoral	4453	Tumbaga	6,650				

Todas estas piezas que hemos mencionado, y como ellas, todas las fabricadas por el procedimiento en frío, tanto las de oro, como las de *Tumbaga*, y que han sido calentadas después de hechas, pulidas o gratadas, en el exterior, para darles consistencia y brillo de oro, o simplemente doradas, presentan una superficie intacta, y en el interior una forma granulosa, semi-cristalina y friable, constituida por oro reducido.

Para ilustrar este punto, hemos tomado fotografías aumentadas de cortes y de los fragmentos del alfiler Nº 3669 típico de esta técnica (Nos. 60, 61, 62, 63 y 64).

Para mejor prueba demostrativa y ejemplo de esta técnica, que parece ser Quimbaya, nos vamos a detener un poco en la pieza Nº 382, por ser ésta, una de las más representativas del procedimiento en frío, no superado, ni en los tiempos modernos.

La fotografía Nº 65 muestra la figura tal como fue hallada, incompleta, con las extremidades rotas y otros desperfectos lamentables.

Entre otras revelaciones, esta pieza nos indica, que la *Tumbaga* también puede hacerse por el procedimiento en frío con los metales precipitados mezclados, cuyos detalles describiremos más adelante. Fue hecha de *Tumbaga*, modelada en frío sobre corazón de arcilla.

La pierna derecha tiene una rotura que permite ver el interior hueco y relleno con material del molde o corazón primitivo. La capa más exterior es brillante y de aspecto de oro metálico, de color amarillo rojizo, superficie muy pulimentada. La capa interna, de color carmelita oscuro, aspecto granuloso, blanda y friable, susceptible de gran pulimento, con sólo frotar con un objeto duro y liso.

La fotografía Nº 66, tomada con aumento, muestra este sitio, formado por una costra metálica que recubre la masa de la capa subsiguiente de oro negro. Con aumento doble del anterior está tomada la fotografía Nº 67 del mismo sitio que muestra con mayores deta-

lles, la capa exterior, que en la parte indicada, tiene un espesor de 0,2 milímetros, y la capa de oro amasado llega hasta cinco milímetros de espesor.

La microfotografía Nº 68, aumento x20, tomada en un borde de la rotura, muestra la superficie brillante, y las partes oscuras que corresponden a vacíos interiores, característicos.

Las fotografías Nos. 69 y 70 de las partes anterior y posterior del tunjo de oro amasado Nº 4801, desgraciadamente muy roto, son de una pieza que se presta muy bien para el detalle de este tipo de manufactura indígena. Se encuentra como otras, muy rota, porque son muy frágiles, y esto indica o explica por qué han llegado hasta nosotros, en poca cantidad, relativamente comparada a la de las restantes.

Otra figura interesante, de la misma clase y calidad, es la pieza Nº 6521, cuya fotografía Nº 71 sobre papel cuadrículado la muestra casi de tamaño natural. Este tunjo, muy roto, lleva los brazos separados y doblados hacia el frente, aprisionando un instrumento, y entre éstos y la cara, una nariguera superpuesta.

Por la acción del tiempo y los agentes naturales, la superficie ha tomado una coloración verdosa, debida a la formación de *cardenillo* (carbonato de cobre). Es susceptible de gran pulimento, y como todas las piezas de su especie, el interior es de oro negro reducido.

La microfotografía Nº 72, aumento x25 está tomada sobre la parte correspondiente al segundo dedo del pie derecho, y muestra una fisura que deja ver el interior de estructura granulosa, como ya lo hemos indicado en otras ocasiones, propio de estas joyas.

Hemos traído el ejemplo del pendiente Nº 6521 de las fotografías 69 y 70, para poder mostrar lo imposible que sería fabricarlo, ni siquiera por el sistema de la *cera perdida*, porque las partes ocupan en el espacio posiciones difíciles de llenar por el material fundido. Por el sistema del modelado en frío, sí es posible colocar como aparece en esta pieza, encima de la cara, la nariguera de oro fundido, y sobre ésta una forma rara que aprisionan las manos, con los brazos levantados, hechos de oro negro todo unido a la boca.

<sup>11</sup> Estas piezas tienen un baño de oro fino (Ley 0,980) posiblemente dado por el procedimiento de la sal, que más adelante indicaremos.

Con el oro precipitado debieron fabricar los aborígenes, las piezas más delicadas de su orfebrería. En efecto, el oro en este estado, mezclado con una sustancia plástica y aglutinante, se puede trabajar humedecido, de la misma manera que la arcilla; amasar, moldear, directamente con las manos. Se le puede modelar con relativa facilidad, vaciarlo semilíquido en moldes abiertos, o inyectarlo en cerrados, trabajarlo con espátulas y gradines y fijarle partes metálicas. El objeto una vez seco, por simple calcinación adquiere la dureza necesaria, consistencia que puede hacerse todo lo fuerte que se quiera por un calentamiento proporcional, hasta darle aspecto de oro fundido, calentándolo al rojo.

Fría la pieza, es susceptible de adquirir el brillo y pulimento que se desee, por simple gratado, con aspecto completo de oro fundido, como lo presentan las joyas del Museo del Oro, destacándose las vasijas Quimbaya, ejemplares de delicadeza y elegancia.

Muchas de las piezas similares del Museo del Oro, que tuvimos ocasión de examinar, posiblemente no fueron calentadas a una temperatura alta, sino que una vez bien secas, se calcinaron suavemente y después se pulieron, de que son ejemplo los alfileres Nos 5591 y 5589. Fotografía N° 73, confeccionados con oro precipitado.

El primero, después de hecha la figura principal, en el material que se ha especificado, le fue incorporado el objeto en forma de tridente, que lleva en la mano izquierda, que está hecho en alambre de oro fundido, las orejeras, la diadema de la cabeza y el gran pectoral, hechos también de oro fundido. Todo el resto de la figura, incluido el alfiler, son de oro reducido y amasado en frío.

El alfiler de la derecha de la fotografía, que parece representar una mujer en estado grávido, que sostiene en sus brazos un niño, íntegramente está hecho del mismo material.

Nada se sabe sobre la significación de las figuras, que adornan o constituyen estas joyas indígenas, ni lo que representan, pero indudablemente los artistas que las labraron debieron hacerlo con alguna finalidad y con un hondo sentido de la vida.

Este tipo de piezas, hechas según una misma técnica y una misma idea directriz artística, servirá, indudablemente a los etnólogos, para el establecimiento de alguna relación o explicación de las incógnitas indígenas.

La *Tumbaga*, material tan característico de la orfebrería Chibcha, en el cual predomina el cobre, fácilmente puede elaborarse con mezclas de los metales componentes en estado precipitado. Algunas piezas del Museo del Oro, clasificadas como de *Tumbaga*, al ser analizadas resultaron ser hechas según esta técnica.

Las notables piezas Nos. 269, 2026, 3038 y 6686, de un mismo estilo y manufactura, de aspecto de oro fino, por haber sido doradas, son muestra también de esta técnica. Todas son frágiles y son de *Tumbaga*, como se indica en el cuadro respectivo.

Al atacar con ácido nítrico diluído, queda de manifiesto la estructura cristalina de la *Tumbaga* rica en cobre, exactamente lo mismo que la de las piezas de *Tumbaga* fundida.

El oro de aluvión contiene algunos metales y metales extraños, que aún en pequenísimas cantidades, lo hacen impropio para trabajarlo, especialmente, la laminación, martillado, repujado, acuñación y en joyería. Estas impurezas, en losoros de la región Chibcha, generalmente son: Osmio, Iridio, Platino, Bismuto, Arsénico, Antimonio, Hierro, Plomo, Zinc. Las combinaciones que estos metales forman con el oro, son estructuras cristalinas, algunas de las cuales producen la segregación, o modifican profundamente la ductibilidad y maleabilidad, y variando las dimensiones del retículo, especialmente con los componentes de otros sistemas distintos del cúbico, hacen variar las propiedades mecánicas y físicas, hasta tales límites, que no es posible su manipulación sin previo afinado. Los joyeros denominan *agrijo* al oro que no es dúctil y maleable o dulce, al que se deja trabajar fácilmente.

Para poder fabricar los grandes pectorales, narigueiras, orejeras, diademas y tantas piezas que fueron hechas por martillado y repujado, es indudable que los aborígenes debieron afinar el oro que usaron para confeccionarlas. Es cierto que algunosoros nativos son muy dulces, pero no lo suficiente para poder convertirlos en láminas tan delgadas, y de las dimensiones que se presentan en los ejemplares del Museo del Oro.

Parece que la refinación del oro nativo fue extensamente usada, no sólo para este fin, sino para el dorado de las piezas de ley baja y de *Tumbaga*, con el fin de darles apariencia de oro fino, y para su mejor conservación.

El mismo procedimiento, afina o dora, según se manipule el metal, y muy posiblemente, este hecho pasó desapercibido para los cronistas, porque verificándose las dos en caliente, y con unos mismos materiales y quizás, con los mismos utensilios no pudieron diferenciarlas de la simple fundición.

En la Casa de Moneda de Bogotá, que principió a acuñar oro desde el año de 1627, se usó para afinar el oro, un procedimiento no conocido en Europa, que no pudo ser otro que el de los maestros orfebres Chibchas. Desde entonces, se afinó el oro, exclusivamente por este método, que los españoles aplicaron con provecho, por su sencillez y eficacia, argumento que queda probado, por la cantidad de oro que se acuñó y que se afinó por este método.

Según los libros de acuñación, desde aquella época se acuñaron:

De 1627 a 1753 421.617 marcos<sup>12</sup>

De 1653 a 1810 394.131 "

De 1810 a 1830 152.182 " (época de la independencia)  
o sea en pesos de aquella época \$ 131.638.480.00.

Copiamos a continuación la parte pertinente, sobre la afinación del oro en la Casa de Moneda de Santafé (Bogotá) del Informe del Fiel Fundidor, el año de 1797, Don Luis Ortega y Padilla, al Superintendente de la Casa<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> un marco = 230 gramos.

<sup>13</sup> Libro 8º, Contaduría, 1792-1805. Páginas 73 y siguientes.

Dice así: ... "Separadas todas las piezas agrias y bajas, se hacen pesadas de cien en cien mars. para saber de q<sup>e</sup> cantidad de marcos de oro se ha de haser<sup>14</sup> la granalla para dentro al simiento<sup>15</sup>. Se funden todas estas piezas en tres, quatro o más crasadas, cada crasada de estas se bacea con mucha lentitud en otras ollas grandes o calderos llenos de agua fría muy medida, para que al tiempo de caer el metal dentro de estas piezas quede hecha la granalla, en partes muy menudas, y luego que se bacea cada crasada, se sacan las granallas de los calderos para renovarles la agua fría y seguir baseando la granalla que falta para completar la porción de oro que se ha separado para este veneficio; por q<sup>e</sup> hay ocasiones que asiende hasta novesientos marcos. Hecha toda la granalla q<sup>ue</sup> hade entrar asimentarse en los Hornos de afinación (que manda el auto 59 acordado de Castilla. Lib. 5<sup>o</sup>, Tit. 21 Cap<sup>o</sup> 35 hayga en las Casas de Moneda) se laba muy bien en unas artesas grandes llenas de agua para sacarle las escorias y carbones; estos se hechan en las escobillas<sup>16</sup> de oro por si tuvieran algunas partículas de oro que no se desperdicien. Se sierne toda la granalla por unas coladeras entre la misma agua para sacarles las lizes muy menudas que le quedan, porque entrando éstas con el demás oro a la afinación se experimentaba más desperdicio, y este oro muy menudo se hecha afinar en olla por separado; se misturan los agentes del simiento que se componen de sal vijua<sup>17</sup> y ladrillo molido poniendo quatro partes de ladrillo y tres de sal. Esto humedecían anteriormente con vinagre de Castilla, y por su mucho costo después con orines, ahora para evitar su fetides se hace con agua sal. Dispuesto en esta forma los referidos agentes se preparan unas ollitas de barro (que llamamos cascós) y entre estas humedecidas con agua sal por dentro se ba hechando una capa de tierra bien pisada y otra de granalla de oro hasta q<sup>ue</sup> llega a la superficie de la ollita la última capa de la tierra del agente; estando pisadas las ollas (que algunas veces llegan asiento y cinquenta, o siento secenta según la cantidad que hay de oro) se tapan estas en la voca con tejos y greda (arcilla plástica) se cargan en los hornos y se les pone fuego con leña. Estando prendidos los hornos a cargo y cuidado de los mosos trabajadores que previenen los capitulos segundo de la Ordenanza 13 y 28 que deve haver en la fundición (que aquí le llamamos Leones) llevan estos el fuego igual día y noche por espacio de quarenta y ocho oras más o menos, según se nesecita que suban de ley o afinen los oros. En esta operación de afinación suelen suceder algunos trabajos o casos imprebistos e irremediables aunq<sup>e</sup> no siempre; como romperse las ollas con el fuego, fundirse los oros junto con los agentes hirse las parrillas y haver algún desperdicio en esto, más cuidado que se lleve en raspar los ornos después de frío y beneficiar las tierras, senisa y carbón que sales de los ornos. Reconociendo estar ya fríos los ornos se sacan las ollas y se humedecen con agua para q<sup>ue</sup> no haya tanto desperdicio al molerlas y se majan muy bien en unos morteros de fierro. Estando ya molidas todas las ollas se laban las tierras para sacarles el oro simentado que tienen, remoliendo el granzón que se saca de las tierras en cada lavada por q<sup>e</sup> a este le

quedan algunas partículas de oro. Executadas tres lavadas de la tierra del simiento en la forma q<sup>e</sup> queda dho. se le dan otras dos con azogue muy despacio de la que se saca el oro de onze a doce quilates por la plata que tiene las tierras y recoje el azogue con el oro. Con todo este trabajo en la antesedente operación hemos conseguido que no se les baya tanto oro a las platas, como sucede en Popayán, por R<sup>l</sup> Orden dada en Madrid a 17 de Diciembre de 1789 pidió y se mandaron veinte y cinco marcos de Plata de la de simiento de esta Casa Real para haser allí el apartado del oro en dha. cantidad de marcos; y por otra R<sup>l</sup> Orden dada en el mismo Madrid a 18 de Diciembre de 1791 que dice se han executado los ensayes más prolijos y no alcanza el oro que tiene la plata a dar el costo de la operación y se manda que se continúe en esta Real Casa inbirtiendo la plata del simiento en lavor de quartillos y no se remita a la Corte. Sacada ya toda la granalla de oro simentado y reelabada en aguas dulces, se fubde en una, dos o más crasadas y se bacea en rielas cada crasada de por sí, tomando los Ensayadores el bocado de cada una de ellos para ensayarlo y saber q<sup>e</sup> ley tiene el simiento que regularmente sale poco más o menos de 23 quilates, y se pesa cada crasada por separado para saber que merma de peso ha tenido todo el simiento por lo que sube la ley en esta operación que suele ser un veinte y veinte y cinco por ciento. Declarada la ley del simiento por los Ensayadores toman éstos los mapas para hacer la aleación..."

Todavía, en la Casa de Moneda se conservan ollas de las mismas que se usaban hace muchos años, para la afinación del oro nativo. Las fotografías Nos. 77 y 78 las muestran. Son de barro cocido, del mismo material con que se hacen en algunos pueblos de Boyacá, las vasijas para usos domésticos, por los actuales descendientes de los Chibchas. Es barro sin vidriar, lo cual las hace muy porosas y aptas para el objeto. Son de dimensiones pequeñas, desprovistas de asas y de forma que se pueden colocar unas sobre otras.

Las reacciones químicas que se suceden en el proceso de afinación del oro mezclado con arcilla y sal común, son las siguientes: A la temperatura del rojo naciente, por la acción de la sílice, se produce cloro naciente, el cual ataca todos los metales, inclusive al oro. Los cloruros formados se volatilizan. El de plata, en casi su totaliad es absorbido por la arcilla y el de oro se descompone instantáneamente a medida que se va formando, reduciéndose a oro fino. Así pues, los gránulos de oro quedan recubiertos por una capa de metal fino, tanto más gruesa, cuanto mayor tiempo dure y más alta haya sido la temperatura. Por esta razón, para el mejor éxito de la operación la granulación del oro debe ser bien fina para facilitar la acción del cloro naciente.

## DORADO DE LAS PIEZAS

Repetidas veces fuimos sorprendidos por las grandes diferencias obtenidas en los ensayos, lo cual provenía de estar la pieza recubierta de una capa de oro fino, o de tener mejor ley que el resto o interior de la misma pieza. Esto provenía de haber sido sometida a un procedimiento de dorado o recubrimiento de oro de mejor ley.

Pudimos comprobar lo siguiente: Si una pieza de oro de cualquier ley, v. g. *Tumbaga*, se somete por mu-

<sup>14</sup> Hemos conservado la ortografía y redacción originales.

<sup>15</sup> Simiento. Se designa la mezcla de oro, granallado y arena, arcilla y sal para afinar en recipientes especiales y en los hornos llamados de *simentar*.

<sup>16</sup> Escobillas. Residuos y escorias de la afinación del oro.

<sup>17</sup> Vijua. Sal (cloruro de sodio) natural cristalizado.



chas horas a una temperatura inferior a la de su fusión, dentro de una mezcla, bien apisonada de arcilla y sal íntimamente mezclados, los fenómenos químicos que se suceden son exactamente los mismos que en la afinación por la sal, que ya hemos descrito, removiéndose de la superficie los metales bajos oxidables, y parte de la plata, dejando una capa de oro tanto más gruesa, cuanto más tiempo haya durado el fenómeno. De esta manera y mediante un pulimento conveniente, la pieza toma una apariencia de oro fino.

Gran número de piezas indígenas de las del Museo del Oro, fueron sometidas por sus artífices a la operación del dorado. Aparentemente su ley es buena, pero por lo general, las piezas que han sufrido este tratamiento son *Tumbaga*, o de ley muy baja. Las bellas narigueras Sinues que ya citamos atrás, Nos. 6118, 1395 y 98, no son de oro fino, sino *Tumbaga* afinada por este procedimiento.

Algunas piezas fabricadas por el procedimiento en frío, también fueron doradas por el sistema descrito, como puede verse en la fotografía N° 79 de la pieza N° 6749, que es un disco de *Tumbaga*, de nueve y medio centímetros de diámetro. Esta pieza fue pulida y también repujada en los bordes. El interior es una mezcla de cobre y de oro precipitados. Por la acción del tiempo, por una fisura se oxidó parte del cobre libre, y quedó oro negro. Por la acción del ácido nítrico diluido, son fácilmente separables el cobre y el oro. Al microscopio, después de un lavado con amoníaco, se observan gránulos y zonas de cobre puro, dentro de la masa del oro. La fotografía N° 80 con un aumento x 3 muestra la película de oro fino, que ha sido removida. El fondo es pura *tumbaga*.

## TRABAJO DEL ORO EN FRÍO

No hay duda que las piezas elaboradas por los indígenas a que hemos hecho alusión, lo han sido con oro reducido o precipitado de una solución. El oro es uno de los metales más insolubles y era difícil suponer cómo procedieron aquellos hombres para poder llevarlo a la forma de sales, y, de estas precipitarlo para hacerlo apto para su orfebrería. En vista de sus obras tan numerosas e interesantes, caben varias explicaciones. Disponían de oro de aluvión muy fino, como el de algunas regiones del Chocó, Cauca y Antioquia. Sabían fundir el cobre y el oro y hacer aleaciones de estos metales, como la *Tumbaga*, de fácil fusión y licuación perfecta. Disponían también de sal vijua, nitro, sulfatos y carbonatos alcalinos, azufre, sulfuros, caparrosa azul y verde, afinaban el oro; sabían acelerar la combustión, en hornos ideados por ellos mismos; fabricaban crisoles y material altamente refractario para moldes complicados; eran maestros consumados en el moldeo y en el arte del vaciado. Con tan grande ingenio y recursos naturales y sin tener para ellos ninguna importancia el factor tiempo, bien pudieron fundir el oro en polvo incuarcado o sin incuarcado en medio alcalino con azufre, para obtener sulfuros solubles, o sales semejantes fácilmente reducibles, con los mismos metales o con jugos vegetales dulces de numerosas plantas, que por tener grupos aldehídos o cetónicos, sirvieron admirablemente para depositar el oro de sus soluciones.

En las piezas fabricadas con este tipo de oro, se encuentra invariablemente, rastro de cloruros, cobre, plata,

silíce, que probablemente provinieron del licor primitivo.

Para probar nuestra hipótesis, resolvimos fabricar, a la manera de nuestros ancestrales, objetos de oro precipitado, tratando de hacerlo, con los mismos recursos, en las mismas circunstancias, y siguiendo una técnica que interpretara la de aquellos aborígenes, cuyas obras son verdadera reivindicación de su saber.

El oro, la plata y el cobre precipitados, se pueden mezclar en todas las proporciones y así obtener finalmente los tipos y colores, de la misma apariencia que fundidos. Para esto, en un mortero se mezclan los componentes íntimamente, valiéndose de una solución de silicato de soda al 20%, hasta obtener una masa plástica homogénea, con la cual se pueden llenar moldes de arcilla, cera o de metal. Se deja trabajar con gradines, o vaciar a presión la masa húmeda, o sobre un corazón de arcilla y carbón, modelar figuras, etc.

Hecha la pieza se deja secar muy bien a la temperatura ambiente, teniendo cuidado de no hacerlo muy rápidamente, porque pueden ocurrir agrietamientos. Se le deja hasta que adquiera una dureza tal que no se pueda rayar con la uña, y en seguida se calienta suavemente, subiendo poco a poco la temperatura, hasta el rojo naciente. Para evitar deformaciones, se calcina manteniéndola con sonportes adecuados. En esta operación hay una contracción considerable, hasta un cuarto de su volumen. Después de fría, se brilla con gratas, y entonces toma una perfecta apariencia de fundida.

La pieza N° 81 se hizo con una mezcla de 84% de oro y 16% de plata, ambos metales en forma de precipitados, y preparados como se acaba de decir. Es una reducción de una de las piedras de San Agustín. El modelo se hizo en yeso.

La fotografía N° 82 es la de una mascarita Quimbaya original, pieza N° 6975 y la más pequeña es la copia por el método en frío con oro precipitado. Puede observarse la reducción que se opera en el proceso.

La fotografía N° 83 es de dos *torteros* Chibchas, o peso que lleva el huso de hilar. El superior es de oro de 0,950 y el inferior es de ley 0,900. Los indios parece que no los fabricaron de metal sino en pizarras o de barro cocido. Ambos se hicieron con oro precipitado moldeando sobre yeso-piedra.

La fotografía 84 corresponde a dos figuritas copiadas por impresión sobre las originales y modeladas por el procedimiento en frío.

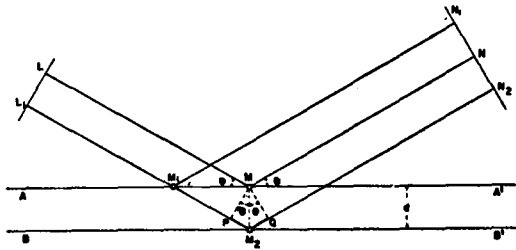
## LEY DE BRAGG

La radiación  $X$  de longitud  $\lambda$  al chocar con un cristal, se refleja aparentemente de manera semejante a como lo hace un rayo luminoso sobre un espejo, pero en este caso, el plano reflector es el formado por los mismos átomos del cristal. El ángulo con la dirección original es siempre igual a  $2\theta$  llamado ángulo de Bragg.

La radiación reflejada conserva la longitud de onda inicial, y, ésta depende de la naturaleza del anticátodo, que para este caso es el cobre con el cual se origina la radiación de longitud de onda 1,4521 Å°.

La figura 3 nos explica el mecanismo de la reflexión: Consideremos una serie de planos atómicos en el cristal los cuales están dispuestos paralelamente y representémoslos por las líneas  $AA^1$  y  $BB^1$ .

Sea un haz monocromático de rayos  $X$  que incide con la dirección  $LM$  formando un ángulo  $\theta$  con los planos atómicos. La línea  $LL^1$  representa la cresta de las ondas que se aproximan. Esta cresta reacciona con los átomos del cristal y genera una radiación, cuya cresta a su vez, toma la dirección  $LMN$ . Otra onda producida de la misma manera, en otros átomos  $M^1$  produce una



$n$  = número entero  
 $\lambda$  = longitud de onda  
 $d$  = distancia interplanar  
 $PM_2Q = n\lambda$   
 $PM_2 = M_2Q = d \text{ Sen } \theta$

$\therefore$  Ley de Bragg:  $n\lambda = 2d \text{ Sen } \theta$   
 $d = \frac{n\lambda}{2 \text{ Sen } \theta}$  (1)

Se deduce en función de los índices cristalográficos

$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2}$  (2)

Siendo  $a$  = lado del cubo elemental,  $h, k, l$ , los índices

Eliminando "d" entre (1) y (2), se tiene:

$\text{Sen}^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4a^2} (h^2 + k^2 + l^2)$

$\therefore \text{Sen}^2 \theta = K (h^2 + k^2 + l^2)$

radiación en la dirección  $L_1M_1N_1$  y como las distancias  $LMN$  y  $L_1M_1N_1$ , son iguales, las ondas producidas en  $M$  y  $M_1$  se refuerzan entre sí, y lo mismo con otros átomos del mismo plano, cuando los rayos incidentes y los generados por los átomos, forman igual ángulo con el plano atómico.

Ahora, la condición suficiente para que se refuercen los rayos reflejados por los planos sucesivos del cristal, es que la diferencia de la trayectoria sea igual a un número entero de longitud de onda.

En efecto, en la figura, la distancia  $PM_2Q$  reúne estas condiciones, y por construcción  $PM_2 = M_2Q = d \text{ Sen } \theta$ . Tenemos:

$n$  = Número entero 1.2.3. ... (orden de difracción).

$\lambda$  = Longitud de onda.

$d$  = Distancia interplanar.

$PM_2Q = n\lambda$ .

$PM_2 = M_2Q = d \text{ Sen } \theta$ .

$n\lambda = 2d \text{ Sen } \theta = \text{Ley de Bragg.}$

Si se hace girar el cristal, de manera de presentar a la radiación incidente, otros planos atómicos, van apareciendo las radiaciones de los órdenes 1.2.3. ... de intensidad determinadas y en ángulos invariables, fenómenos para cada sustancia.

De la ley de Bragg se deduce la distancia interplanar:

$$d = \frac{n\lambda}{2 \text{ Sen } \theta}$$
 (1)

Y en función de los índices cristalográficos, para el primer orden de difracción, se tiene:

$$\frac{1}{d^2} = \frac{a^2}{h^2 + k^2 + l^2}$$
 (2)

Siendo el lado del cubo elemental  $a$  y los índices cristalográficos  $h, k, l$ .

Eliminando a  $d$  entre (1) y (2), se tiene:

$$\text{Sen}^2 \theta = \frac{2\lambda}{4a^2} (h^2 + k^2 + l^2).$$

$$\text{Sen}^2 \theta = K (h^2 + k^2 + l^2).$$

Agradecemos al Profesor Antonio M. Barriga Villalba la oportunidad que nos ha brindado para reanotar datos biológicos de la familia *Bombidae* como colaboración a su interesante publicación investigativa sobre los artífices autóctonos del oro quienes empleaban la cera de los melíferos silvestres en la orfebrería del precioso metal.

Los datos se refieren especialmente a *B. rubidundus* y *B. funebris* destacables por la ausencia de agresividad, característica que los hace aptos para toda clase de experimentaciones biológicas aunque su picadura está lejos de ser inocua.

Es necesario advertir que los vocablos aplicados a los diferentes grupos sociales humanos tales como reinas, obreras, zánganos, centinelas y otros, se han utilizado en la literatura antigua y moderna para las descripciones ecológicas de los insectos sociales. Aunque los términos son inadecuados apelamos a ellos por carencia de terminología sencilla y en favor de la brevedad para acortar y facilitar las descripciones de esta índole. Es indispensable despojar del sentido antropomórfico a los términos ya anotados, cuando se usen en estudios referentes a las asociaciones insectiles; así será posible evitar elucubraciones imaginativas que, en general no compaginan con los hechos observados y falsean la verdad; porque ante todo, se debe tener presente que las sociedades llamadas inferiores son esencialmente fisiológicas y están regidas por decisivas y exactas leyes físico-químicas.

Las especies del género *Bombus* son conocidas en todo el país con los nombres de "abejones o abejorros" que expresan adecuadamente las afinidades somáticas y relaciones biológicas que guardan con las abejas del género *Apis* productoras de miel y cera en escala industrial.

Los ingleses los llaman "bumble bee" y en alemán "Hummel". Entre nosotros se suele confundir a las reinas de los *Bombus* con otras abejas de la familia *Xylocopidae* bastante semejantes pero en realidad muy diferentes en detalles estructurales y comportamiento biológico. La diferencia morfológica más notable se encuentra en las patas posteriores que en las hembras de *Bombus* son poco peludas y en los *Xylocopidae* demasiado vellosas por esta razón los japoneses denominan a los *Xylocopidae* "Kumabachi" que significa abeja oso (véase foto 1). Respecto a diferencias biológicas basta decir que los *Xylocopidae* son esencialmente solitarios y hacen sus nidos individuales perforando vigas y postes de madera. En cambio todas las especies de *Bombus* son sociales y nidifican bajo el suelo, en sitios más o menos ricos en vegetación y a profundidad variable. Recordamos tan sólo haber encontrado una colonia instalada en la ojiva de una pared de adobe, a la altura de 1,30 mts. (*B. robustus* var. *cinctus*) de extraordinaria agresividad.

En las colonias de *Bombus* hay castas de reinas, de obreras y de machos. La casta de reinas está compuesta por ejemplares de gran tamaño (fotos 4, 5, 6, 7, 8 y 9); las obreras se distinguen fácilmente de los machos porque los últimos segmentos de las patas posteriores son aplanados y en los machos redondeados (foto 2, superior de macho, inferior de hembra). Estos carecen de corbícula para transportar polen, tienen la cabeza más pequeña, ojos compuestos más grandes, antena más larga (foto 7, ejemplar tercero) y están desprovistos de aguijón.

Las colmenas o nidos del género *Bombus* en su máximo desarrollo están formados por una hembra fecunda (reina) que desempeña la función ovopositora; obreras (hembras con ovarios inhibidos) acarreadoras de polen y elaboradoras de miel y cera; por machos y hembras de gran tamaño (hembras vírgenes) aptas para la fecundación, nacidos simultáneamente de las últimas posturas de huevos reales. Cuando muere la reina, algunas obreras construyen celdas de cera donde aovan y de estas posturas nacen machos de pequeña talla, a veces malformados. Entre los *Bombus* se presenta el fenómeno de la partenogénesis, que consiste en el desarrollo normal del huevo no fecundado hasta el individuo adulto. Estos huevos siempre producen machos que por esta circunstancia carecen de padre y sólo tienen abuelo. Los criadores de abejas (*Apis*) tienen en cuenta este detalle para la selección de las razas. Como comprobación de este fenómeno en el género *Bombus* logramos establecer una colonia con una reina virgen de *B. rubicundus* en que toda la descendencia era masculina, supliendo la ausencia de obreras con las recién nacidas procedentes de otras colonias. Las colmenas duran aproximadamente un año al término del cual muere la reina, dejando una legión de machos y reinas vírgenes que serán fecundadas en el campo. Excepcionalmente la reina sobrevive a las últimas posturas, dándose el caso de permanecer activa en compañía de las reinas vírgenes y de los machos. En un nido de *B. rubicundus* la reina vivió por más de un año, después de haber suspendido las posturas de huevos durante dos meses.

El nido de los *Bombus* está formado de cera casi en su totalidad distribuida en la construcción de celdas grandes que oscilan entre 1,5 a 4 ctms. de profundidad empleadas como depósitos de miel y polen; celdas pequeñas semiesféricas de ½ ctm. de diámetro aproximadamente, que contienen cada una posturas completas de 10 a 18 huevos y una amplia bóveda cérea que cubre todo el conjunto. Esta bóveda no es uniforme, tiene la apariencia de una boñiga desecada (foto 3) con oque-

<sup>1</sup> El joven científico y filólogo Hernando Osorno Mesa, prematuramente fallecido, formó con su hermano Ernesto —médico y entomólogo de la Universidad Nacional—, un centro de investigaciones entomológicas en donde el afecto fraterno se entrelazaba con la pasión científica. El doloroso desaparecimiento de Hernando dejó trunca esta admirable compañía, y en botón apenas muchas ideas. (N. de la D).

dades a veces doblemente tabicadas que protege a la totalidad del nido de los cambios bruscos de temperatura. En todas las especies la cera tiene bajo punto de fusión. Cuando la temperatura ambiente aumenta demasiado las obreras, agarradas con las uñas a la cera, baten velozmente las alas para impedir la fusión.

Tres son los períodos evolutivos en una colonia de estos melíferos sociables: 1º—Comienzo del nido. En este lapso la reina desempeña papel de madre y de obrera hasta llevar al estado adulto sus primeras crías. 2º—Desde esta época, la más larga de todas, la reina suspende las labores de obrera llegando al máximo el poder ovopositor. En la expulsión de cada huevo la reina tarda  $\frac{1}{2}$  minuto y el paso de cada uno está indicado por el movimiento del agujijón que atraviesa la pared de la celda. Durante este período las obreras integran la totalidad de la colonia; los trabajos principales que desempeñan son los siguientes: aprovisionamiento de miel, incubación de huevos y larvas, acarreo y almacenamiento de polen en celdas especiales; estos ejemplares se acomodan en el borde de la celda, apoyados hacia delante por el primer par de patas y hacia atrás por el abdomen, introducen las patas traseras y con el par medio retiran de las corbículas las cargas de polen que caen al fondo de la celda; otras obreras lo comprimen sirviéndose de la cabeza para este fin hasta transformarlo en una pasta uniforme que mezclan con miel formando una papilla que constituye el alimento de los adultos recién salidos del capullo; fácilmente se pueden observar, en esta pasta así preparada, las huellas que dejan sus mandíbulas. 3º—Este período está caracterizado, con algunas excepciones, por la muerte de la reina, nacimiento simultáneo, en la mayoría de los casos, de machos y reinas vírgenes que después de fecundadas en el campo dan origen a nuevas colonias; además en este período se presenta el fenómeno ya anotado de las obreras ovopositoras.

Las especies que nidifican en la Sabana de Bogotá y colinas aledañas son: *B. rubicundus* y *B. funebris* (Alt. 2.700 a 3.200 mts.); *B. robustus* y *B. tratus* (2.640 mts. en la Sabana de Bogotá); *B. carolinus* (Alt. . . . mts. Fusagasugá, Cundinamarca); *B. incarum* ocupa toda la región colombiana de los Llanos Orientales (Alt. 450 mts.).

La distribución continental de las anteriores especies es la siguiente:

*B. rubicundus*.—Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú.

*B. funebris*.—Colombia, Ecuador, Perú Bolivia.

*B. robustus*.—Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina, Chile.

*B. atratus*.—Colombia, Paraguay.

*B. carolinus*.—Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú.

*B. incarum*.—Colombia, Guayanas, Perú, Brasil, Paraguay.

En reciente visita que hicimos al Museo del Oro del Banco de la República, con el fin de estudiar las figuras de insectos manufacturadas por los Chibchas, no encontramos ninguna representativa de los "abejones" y solamente comprobamos la existencia de un macho y de una hembra, con las distinciones peculiares de cada sexo, pertenecientes al orden *Phasmatodea* cuyas especies, en general, son conocidas por nuestros agricultores con los nombres de "mataballos, caballitos de palo y maria-palitos" (foto 10). En las colecciones de los Quimbaya hallamos un collar formado por figuras estilizadas del orden *Orthoptera* conocidos con los nombres comunes de "saltones y de saltamontes". (Foto 11).

#### BIBLIOGRAFIA

OSORNO-MESA, E. y H.:

Notas biológicas sobre algunas especies de *Bombus* de los alrededores de Bogotá, Colombia, Sur América. Rev. de Entomología, Vol. 9, fasc. 1-2, Río de Janeiro Brasil, 1938.

FRANKLIN, H. J.:

Bombidae of the new world. (From the Transactions of the American Entomological Society, XXXVIII, p. p. 177-486, issued February 4, 1913; XXXIX, p. p. 73-200, issued July 17, 1913).

W. MORTON WHEELER:

The Social Insects. Their Origin and Evolution, 1928.

PLATH, O. E.:

Bumblebees and their ways, 1934.

# DISTRIBUCION ACTUAL DE LAS PLANTAS NARCOTICAS Y ESTIMULANTES USADAS POR LAS TRIBUS INDIGENAS DE COLOMBIA

**NESTOR USCATEGUI MENDOZA**

Investigador del Instituto Colombiano de  
Antropología y del Instituto de Ciencias  
Naturales de la Universidad Nacional.

El interés que ha despertado actualmente el estudio de las plantas narcóticas y estimulantes en médicos y farmacólogos, ha enfocado la atención hacia la necesidad de un mejor estudio de éstas, desde los puntos de vista antropológico y botánico. Durante los pasados veinte años o más, se han dado grandes pasos en la determinación de plantas narcóticas y estimulantes. Muy poco en realidad se ha escrito, sin embargo, en cuanto a su preparación, distribución y significado social, como no sea lo leído aquí y allá, a través de la literatura etnológica y de los escritos de viajeros.

Colombia representa una de las regiones del mundo en donde la población nativa ha desarrollado en alto grado el uso de plantas que actúan en el sistema nervioso central, como narcóticos o estimulantes. Yo presento aquí, en preliminar y muy abreviado examen, su distribución y uso entre los indios.

La población de Colombia es una mezcla racial que constantemente se compleja e incrementa. Esta consiste en gran parte de europeos, especialmente de España; de indios procedentes de Centro América, la Cordillera de los Andes y la Selva Amazónica. También contribuye a formar ésta trietnia, una población negra, proveniente del Africa, y que ha mezclado su sangre y su cultura, con indios y blancos, contribuyendo a integrar ése complejo anímico y cultural que representa al hombre en Colombia.

Gran parte de nuestro territorio, escasamente poblado y con pocas vías férreas y carretables, es señoreado por numerosas tribus indígenas, quienes subsisten gracias a sus recursos naturales. El río es el camino, la carne, la bebida; el reino vegetal, el alimento, vivienda, vestido, medicina, estimulante, narcótico y veneno; el mundo animal, diversión, alimento y magia.

Estos indígenas emplean varios estimulantes y narcóticos de gran potencia, durante su vida diaria y en sus ritos mágicos o religiosos.

El mapa que ilustra este resumen muestra el alcance de la distribución de dichas plantas. Esta es tan grande que hay motivo para admirarse de como este complejo existe en Colombia.

Algunos de los exploradores que han viajado o vivido entre los indios suramericanos, han intentado interpretar los motivos para el uso extensivo y cuasi-abuso de estimulantes y narcóticos en esta área. La razón aparentemente muy complicada, si quisiésemos explicar aquí, el funcionamiento cultural de la mentalidad indígena, a la luz de la cultura occidental, pero eminentemente simple, si comprendemos el proceso mental del indígena, a la luz del razonamiento antropológico moderno, en otras palabras, si nos despersonalizamos de

nuestros prejuicios culturales y analizamos fríamente y con carácter científico, las funciones mentales del indígena suramericano. Este considera espiritualizada toda la naturaleza y el cosmos visible y presumible, sin que existan para él, separación alguna entre los hechos naturales y sobrenaturales, pues estos últimos, se continúan, se complementan, se confunden y conviven con aquéllos, es decir, que la mentalidad indígena es predominantemente mítica.

Algunas escuelas Antropológicas históricas, no estarían de acuerdo con esta conclusión por considerar el análisis de la mente indígena, ya desde el punto de vista animístico, como Taylor (48), ya como el resultado de un mecanismo prelógico como Levy-Bruhl (23). Por el contrario, si analizamos el pensamiento anterior, en relación con el proceso mental del indígena suramericano, veremos cuan identificado se encuentra con el pensamiento analítico de Frazer (14) y el estrictamente científico de Malinowski (24a). Además si miramos en la mítica de algunas de las tribus indígenas de Colombia a la luz de la interpretación de Preuss (29), encontraremos, que similares conclusiones se nos presentan en cuanto al funcionalismo de narcóticos y estimulantes entre estos indígenas. No siendo mi intención entrar en análisis más detallados de las funciones representativas de la mentalidad indígena, ni tampoco pretendo pasar una revista por las teorías antropológicas al respecto; solamente trato de aclarar el hecho de porqué aún hoy día, algunos antropólogos, se gozan en crear para el estudio de pueblos indígenas, métodos "a posteriori", basados en su interpretación de la mentalidad de estos pueblos, a la sombra de teorías antropológicas inusuales, o en análisis de la mente indígena, sin librarse antes de la atadura de sus propios prejuicios culturales.

Está plenamente comprobado por medio de la Arqueología y la Historia que las altas culturas de América usaron plantas de efectos narcóticos o estimulantes con propósitos mágico-religiosos; luego, cuando la conquista europea trajo consigo una conmoción en sus instituciones, religiosa, social y económica, este uso pasó de las capas sacerdotal y noble a la masa del pueblo, quien las empleó entonces para solucionar problemas consecuentes a la conquista. Pero aún así el empleo de estas plantas, parcialmente generalizado entre las tribus indígenas de América, conserva sin embargo ese fondo mágico y religioso (52).

Este es el campo en el cual reside especialmente mi interés; el estudio histórico y social de las culturas indígenas de Colombia, el cual se caracteriza al presente por una extensa distribución del uso de estas plantas. Yo me refiero aquí únicamente a las culturas vivas, pues la presentación de éstas y de las pre-hispánicas en el tiempo, requeriría un extenso capítulo.

En artículo anterior, me he referido a los estudios químicos y terapéuticos, hechos de la coca (50). Estos tienen evidentemente una gran importancia práctica y como consecuencia, su utilización en el mundo con estos fines es eminentemente benéfica. No obstante, yo pienso que el estudio químico de los narcóticos y estimulantes, está muy lejos de ser completo. Esto se debe principalmente a la pobreza del material identificado, en el cual se basaron previamente las investigaciones. Además, las experiencias médicas y terapéuticas, fueron hechas las más de las veces en animales y en ambiente completamente distinto del original. Las experiencias realizadas personalmente por algunos de los naturalistas y etnógrafos, "in situ", con los extractos naturales de estas plantas, tienen un relativo valor, pero, junto a la descripción pormenorizada de sus efectos en los grupos indígenas y a la aseveración de los mismos por indígenas dignos de crédito, conducen a una aproximada apreciación real de la consecuencialidad de dichas plantas en el hombre.

Más allá de restar valor al trabajo de estos investigadores, yo he visto que, cuando se trata de la descripción de usos, variedades, recolección, preparación, ceremonias, simbolismo y mitología de plantas narcóticas y estimulantes, muchos de los autores, nos ofrecen descripciones muy incompletas de la planta y por lo general, no conservan muestras para una posible identificación. Además, naturalistas de siglos pasados y de principios de éste, que han coleccionado cuidadosamente la planta y permitido su clasificación, cuando ésta viene ligada a ceremonias indígenas y a usos especiales, aunque describen estos muy detalladamente, descuidan mencionar con más exactitud, la localización y nombre de la tribu que la emplea.

Mi experiencia personal entre las tribus indígenas de Colombia, mi contacto permanente con otros investigadores de campo y un constante estudio de la literatura, me han permitido la clarificación y ampliación de aspectos, en los cuales tenía hasta ese momento una deficiente información. Mi punto de vista, preferentemente etnológico, se ha enriquecido con el panorama botánico gracias a mi estrecha asociación con botánicos de las universidades Nacional de Colombia, de Harvard y otros centros educacionales e investigativos de América del Norte y Europa.

Este breve artículo, que contiene la distribución general de narcóticos y estimulantes entre las tribus indígenas de Colombia, es ofrecido solamente como una introducción a un amplio y detallado trabajo, cuya elaboración inicié en la Universidad de Harvard en mi calidad de Guggenheim-Fellow en Etnobotánica y cuya continuación ha sido posible por la realización de comprobaciones personales de campo, en el desempeño de mi labor etnobotánica como miembro de los institutos colombianos de Antropología y Ciencias Naturales y mediante la encomiable colaboración de científicos de estas instituciones.

Este resumen fue publicado en uno de los "Leaflets" del Museo Botánico de la Universidad de Harvard, por lo cual agradezco nuevamente a esta entidad (51-a).

Hoy aparece la versión española, un poco más amplia y con datos más recientes, por la amabilidad del Director de esta Revista, a quien presento mis agradecimientos, lo mismo a la Sra. Dabeiba de Cuervo, quien elaboró el mapa que lo ilustra.

### PLANTAS NARCOTICAS Y ESTIMULANTES USADAS POR LAS TRIBUS INDIGENAS DE COLOMBIA

Nombre vulgar	Identificación	Distribución
Coca . . . . .	<i>Erythroxylon Coca Lamarck</i> . . . . .	} Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia. } Indias Occidentales, Trinidad, Guayana Británica, Venezuela, Colombia.
	<i>Erythroxylon novogranatense</i> (Morris) Hieronymus . . . . .	
Yajé . . . . .	<i>Banisteriopsis Caapi</i> (Spruce ex Grisebach) Morton . . . . .	} Colombia, Brasil, Bolivia, Perú. } Colombia, Ecuador, Perú. } Colombia, } Brasil (y Colombia?)
	<i>Banisteriopsis inebrians</i> Morton . . . . .	
	<i>Banisteriopsis Rusbyana</i> (Niedenzu) Morton . . . . .	
	<i>Tetrapterys methystica</i> R. E. Schultes . . . . .	
Yopo . . . . .	<i>Piptadenia peregrina</i> Benthham . . . . .	} Antillas, Guayanas, Venezuela, Colombia, Brasil.
Paricá . . . . .	<i>Virola Calophylla</i> Warburg . . . . .	
	<i>Virola calophylloidea</i> Markgraf . . . . .	} Colombia, Brasil, Perú, Venezuela. } Colombia.
Mets-kwai, borrachera	<i>Methysticodendron Amesianum</i> R. E. Schultes . . . . .	
Tonga, borrachera . .	<i>Datura suaveolens</i> Humboldt & Bonpland ex Willdenow . .	} Colombia, Ecuador, Perú.
	<i>Datura candida</i> (Pers.) Safford . . . . .	
	<i>Datura arborea</i> Linnaeus . . . . .	
	<i>Datura sanguinea</i> Ruiz & Pavon . . . . .	
	<i>Datura doliocarpa</i> (Largerheim) Safford . . . . .	
Tabaco . . . . .	<i>Nicotiana Tabacum</i> Linnaeus . . . . .	} Esparcida por la superficie terrestre (16). } Colombia, Ecuador, Perú.
Yoco . . . . .	<i>Paullinia Yoco</i> R. E. Schultes & Killip . . . . .	
Cacao . . . . .	<i>Theobroma Cacao</i> L. . . . .	Colombia.

## DISTRIBUCION DE ACUERDO CON LA CLASIFICACION LINGÜISTICA

A falta de una adecuada clasificación cultural, de las tribus indígenas de Colombia, yo las considero, de acuerdo con su clasificación lingüística, anticipando el hecho de que la lingüística es uno de los caminos que conducen a desentrañar el origen de los vegetales.

He ordenado las tribus indígenas de Norte a Sur, a lo largo de la Cordillera de los Andes, las costas del Atlántico y el Pacífico, regresando a través de la región Amazónica y los llanos del Orinoco.

**GUAJIRO:** familia lingüística "Arawak", según Rivet (38).

Los guajiros señorean los áridos desiertos de la Península de la Guajira al Noreste de Colombia. Ellos emplean la pasta de tabaco que mascan con propósitos mágicos o médicos. El piache (curandero) utiliza en sus prácticas, un trozo de manilla —pasta de tabaco traída de Riohacha (Departamento del Magdalena) o bien de Maracaibo, en Venezuela— o en su defecto, unas hojas de macuira, planta similar al tabaco, mascando las cuales se coloca en trance de adivinar o curar (28).

Actualmente el cigarro y el cigarrillo elaborado por los blancos, ha tenido entre ellos, muy buena acogida y, tanto éstos como la pasta de tabaco son importadas, porque las condiciones climáticas de la región les impide el cultivar un buen tabaco. Yo pienso que éste es una adquisición bastante antigua, ya que en otras épocas (Conquista y Colonia) se usó mezclado con la coca o hayo para mascar, costumbre adquirida probablemente de los indios de la Sierra Nevada de Santa Marta, sus vecinos, como lo aseveran algunos cronistas (10, 19) y parece afirmarlo su marcada inclinación a la magia, porque el "piache", hombre o mujer, se cree designado por "Wanuru" (espíritu de la muerte) y sigue un período de intoxicación de varios días masticando la "manilla", hasta lograr una especie de éxtasis (28) que recuerda el del Sacerdote o "mama" de los Kogi de la Sierra, quien logra estos estados de semi-narcosis por medio de la coca que se masca mezclada con zumo de tabaco concentrado, en mayor o menor concentración; de aquí la diferencia entre los nombres, porque "noai" y "mo" o "chimo" (12), se le llama al extracto con espesor de jalea, y "ambire" o "ambira" al extracto líquido. Esta costumbre, parece que pasó de la Sierra Nevada de Santa Marta, a los Andes venezolanos y de aquí se extendió hasta la región centro-occidental de este país. Los guajiros la tomaron junto con el uso de la coca, pero debido a la dificultad para el transporte, porque no se cultiva en la Guajira; este uso sobrevivió únicamente en la magia, cuando se masca la manilla y unas hojas de macuira? en reemplazo de la coca (50, 51).

**KOGI, IKA, SANKA:** familia lingüística Chibcha, de acuerdo con Rivet (38), y Holmer (17).

Dichas tribus se conocen con el nombre de Aruacos, denominación que ha dado motivo a muchas equivocaciones, ya que han sido confundidos con el nombre de la familia lingüística Arawak. Estas tribus habitan las faldas septentrionales, las cabeceras y valles de algunos

ríos en la Sierra Nevada de Santa Marta, al Norte del Departamento del Magdalena (36).

La antigua costumbre de masticar la coca es conservada entre estos indios. La coca o "hayo", es mezclada con extracto de tabaco o "ambira" (53). Una de las pruebas de la antigüedad de esta costumbre la ofrecen las crónicas de Conquista y Colonia (10, 19). Evidencias arqueológicas, tales como el hallazgo de máscaras de piedra, representativas del acto de masticar la coca, pertenecientes a los Tairona o Tairo y análogas a las de madera hechas hoy día por ellos.

La lingüística ha permitido determinar la denominación "hayo", como perteneciente a los Tairona y en fin, por diversos rasgos culturales que hacen concluir que la cultura de la Sierra Nevada de Santa Marta es una continuación de rasgos Tairona, a través de quinientos años (50).

La coca y el tabaco, desempeñan entre los indios de la Sierra Nevada, una función eminentemente religiosa y éstos las emplean para satisfacer ese ideal, que no es otro que: no comer nada fuera de la coca y el tabaco, abstenerse de toda sexualidad, no dormir nunca, hablar toda su vida de los "antiguos", es decir: cantar, bailar y recitar.

Los cultivos de coca se encuentran al lado de todas las casas y poblados donde ocupan el mayor espacio posible y existen también cultivos alejados. Ellos distinguen tres clases de coca que pertenecen a diferentes tribus: una variedad de hojas alargadas (cultivada por la extinta tribu Kamkuama), otra de hojas pequeñas (tribu Kogi), y finalmente otra de hojas más pequeñas (tribu Ika). Además se dice que los "antiguos" emplearon las hojas de un árbol (desafortunadamente no determinado botánicamente) muy alto que crece en los páramos, parecido a la coca y llamado "guanguara o guanguala".

El individuo que quiera sembrar coca, debe obtener en primer lugar permiso del "mama" (sacerdote). El cuidado de los cultivos y la labor de la tierra representa un trabajo masculino, pero la cosecha de la hoja es una actividad femenina. Como es una planta perenne, las hojas se pueden recoger en cualquier época del año. Las mujeres las arrancan y las llevan a las casas en "mochilas" grandes, para la elaboración por los hombres. Esta es muy cuidadosa pues la coca tiene entre ellos el carácter de árbol sagrado. Primero se limpian las hojas de insectos y se arrancan los tallos y las partes secas y dañadas.

Luego las hojas frescas se colocan en una olla especial, provista de dos asas opuestas y utilizada sólo para este fin, y se tuestan ahora dentro de la casa ceremonial sobre un fuego lento. Al mismo tiempo se revuelven para evitar que se quemen ya que deben quedar medio secas y de color verde claro, dorado.

Luego se ponen las hojas dentro de las mochilas grandes que se llevan al hombro terciadas (36).

Para obtener la reacción deseada, las hojas de coca deben mezclarse con cal. Esta se obtiene quemando conchitas de bivalvos que se encuentran en la costa atlántica, sobre una pirámide de espartos delgados. La cal resultante se recoge en un calabacito en forma de botella, de 10 a 15 centímetros de alto. Esta, una vez en uso adquiere para el propietario el carácter de un

compañero de por vida, ya que en las ceremonias para la iniciación de los jóvenes, se les entrega e indica que este pequeño recipiente simboliza la mujer. El joven se casa con esta mujer durante la ceremonia y perfora el calabacito en imitación de la desfloración. La introducción del palillo al recipiente y los movimientos frontales alrededor de la abertura, lo interpretan como un coito y culturalmente se da a entender que toda actividad sexual se debe reprimir y expresarse sólo en el uso de la coca. Todas las necesidades de la vida, toda la inmensa frustración, se concentra así en ese pequeño instrumento que para el indígena significa "comida", "mujer" y "memoria" (36).

El tabaco, se emplea para hacer el consumo de la coca más agradable, al decir de los indígenas. Su siembra es actividad masculina y su recolección femenina.

Como en el caso de la coca, tiene su parte en la mística de estas tribus. El tabaco concentrado o "ambira", se prepara por medio de la decocción de las hojas en agua a la cual se le ha agregado almidón de yuca (*Manihot sp.*) y sagú (*Macanta sp.*). Este tabaco es portado en un calabacito que recibe el nombre de "noai". Hay cierta relación entre este uso del tabaco y el empleado por los Witoto del Amazonas, e inclusive, hay cierta analogía en las creencias mitológicas de estas tribus (50).

**MOTILON:** familia lingüística "Karib" de acuerdo con Rivet (38).

En realidad a este grupo pertenecen únicamente los "Yuco" o "gente del monte" como se designan ellos mismos, situados en la Sierra de Perijá (Departamento del Magdalena), pues los Motilones del Catatumbo parecen ser Arawak (32, 56).

Este grupo cultiva el tabaco, en forma bastante primitiva. Lo preparan simplemente poniendo a secar las hojas colgándolas del techo de las casas. Este tabaco lo guardan en tabaqueras tejidas por los hombres. Fuman exclusivamente en pipas, sin distingos de edad, y sexo, pues los niños pequeños pasan del pecho de la madre a la pipa.

Esta es manufacturada con barro cocido y adornada con puntos y líneas incisas. El cabo es de madera y muy aplanado en la boquilla, y en ocasiones este se cubre con un entretejido de varios colores.

Este mismo grupo de la Sierra de Perijá, parece que conoció la coca y la empleó para mascar hasta hace algunos años, pero esto se debe a las relaciones comerciales con los indios de la Sierra Nevada, porque teniendo un clima propicio para su siembra, no lo cultivan, además es curioso observar que la tribu de los "Yuco" quienes viven más cerca de la Sierra Nevada, son los únicos entre quienes se tiene noticias de este uso.

---

La expedición Anglo-Colombiana, visitó en julio de este año los subgrupos Maraka y Casakará, del grupo Yuko-Chaké y encontró que sus jefes únicamente, mastican las hojas de coca tostadas con adición de cal que llevan a su vez en un pequeño calabacito, lo cual indica que esta costumbre tiene entre ellos un carácter ceremonial, que va unido al principio de autoridad (véanse fotografías).

**CHIMILA:** familia lingüística Arawak, de acuerdo con Reichel-Dolmatoff (31).

Este es un grupo indígena bastante primitivo que habita una extensa selva entre los ríos Magdalena, Ariguaní y Cesar, en el Departamento del Magdalena.

Entre la población masculina y especialmente en los viejos de la tribu, se conserva aún el uso del tabaco mascado que preparan en la forma siguiente: muelen las hojas secas entre dos piedras y mezclan el polvo resultante con un poco de ceniza y miel, formando con esta masa pequeños trozos de unos diez centímetros de largo.

También se ven en ocasiones gruesos cigarros de tabaco cultivado por ellos (31).

**CHAMI:** familia lingüística Karib, de acuerdo con Rivet (38).

Los Chamí viven en el Corozal, vereda del Municipio de Riofrío, Departamento del Valle.

Se encontró entre ellos una pipa para tabaco que tiene la forma de una vasija pequeña, con cuatro boquillas colocadas en el borde de la base por las cuales aspiran el narcótico cuatro personas a la vez, y siendo esta cerámica excepcional, una pipa colectiva de carácter singular, un elemento cultural hasta ahora insospechado es lógicamente una pipa de carácter ceremonial, pues el hallazgo de pipas acodadas del mismo material para uso diario, nos hace sospechar ese uso (34, 11).

**PIJAO:** familia lingüística Karib, de acuerdo con Rivet (38).

Los Pijao comprenden tres grupos que étnicamente representan una sola unidad y habitan el Sur del Departamento del Tolima.

Entre ellos se usa la coca en forma análoga a los grupos Páez vecinos (35). Debido a la infrecuencia de este elemento entre grupos Karib y dada la circunstancia de que los Pijao, son vecinos de los Páez, desde tiempos de la conquista, así como los Motilones la obtuvieron de los Chibchas de la Sierra Nevada, y el grupo Karib amazónico también la obtuvo seguramente por contacto con otras tribus.

**CHOCO:** Los indios del Chocó pertenecen a dos familias lingüísticas: Karib y Chibcha. Los Chocó según Rivet, pertenecen a la familia lingüística Karib, clasificación basada en algunos vocabularios recogidos aquí y allá sin embargo sabemos que los indios de los grupos Emberá y Noanamá, cuando se comunican entre sí lo hacen en castellano, señal evidente de que no se entienden en sus propias lenguas. Conocimos personalmente algunos miembros de un grupo indígena llamado Emperá del río Saija (Departamento del Cauca), quienes no se entienden tampoco con los Noanamá del bajo río San Juan. Diferencias lingüísticas tan acentuadas indican al menos divisiones dialectales entre los indígenas del grupo Chocó.

Otra de las tribus indígenas del departamento del Chocó, es la de los Kuna, esta sí mejor clasificada por Rivet (38) como Chibcha, y de división territorial obedece a necesidades de supervivencia, ya que se ha podido comprobar que todos los grupos Kuna, de Pana-



má, el Chocó y Antioquia, pertenecen cultural y lingüísticamente a una sola tribu, de la cual hablaremos más adelante.

La tribu de los Chocó emplea varias especies de *Datura* (borracheros). Según Seemann (41) estos indios preparaban una decocción de semillas de *Datura*, la cual se daba a beber a los niños en chicha de maíz lo cual contrarrestaba un poco los efectos tóxicos de la *Datura sanguinea*; este autor prescribe que los indios pensaban que en este estado los niños tenían el poder de descubrir el oro. Más tarde Wassen (54) dice que los indios de Chocó emplean con propósitos mágicos, una especie de *Datura* (probablemente *Datura sanguinea*).

En mi reciente viaje al Chocó, hallé una especie de *Datura* la *D. suaveolens* H. & B. ex Willd. (ejemplares determinados en el Herbario Nacional Colombiano). Sin embargo ninguno de los ejemplares coleccionados pertenece a la especie *sanguinea* y es muy probable que esta no se encuentre en la región porque de acuerdo con los más recientes estudios ecológicos realizados en el género *Datura*, esta especie predomina en las regiones andinas. La *Datura* hallada es empleada por el Jaibana (médico indígena) en sus prácticas de carácter mágico.

Por cuanto al uso por los Chocó de una Malpigiácea llamada generalmente "Pilde" y por los Noanamá "Dapa", en términos muy generales se puede decir lo siguiente: el Dr. Gerardo Reichel-Dolmatoff, Antropólogo del Instituto Colombiano de Antropología, llamó la atención sobre el hallazgo de una liana de efectos narcóticos, empleada por los indígenas visitados en su reciente viaje al Chocó; me entregó algunos ejemplares estériles de tallos y hojas que fueron examinados en el Herbario Nacional y de cuyo examen anatómico (Pbro. Gustavo Huertas S. E.), se puede concluir que la planta pertenece a la familia de las Malpigiáceas y al género *Banisteriopsis*. Por otra parte desde 1958, aparece el nombre de "Pildé", para designar el *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Grisebách) Morton, con base en ejemplares botánicos y plantas vivas, gracias al Botánico Hernando García Barriga (14-a), quien las halló entre los indios "Kwayker" del río Mira (Departamento de Nariño), que la usan por sus efectos alucinógenos y estimulantes, puesto que preparan una maceración de los tallos en frío con mezcla de aguardiente y ron, que produce estos últimos efectos. Finalmente en mi reciente viaje a la región de los Noanamá, pude comprobar y hallar esto: conozco dos clases diferentes del llamado "Pilde": una liana cultivada cerca de las habitaciones o en lugares especialmente determinados y conocidos por algunos miembros del grupo tribal, llamada simplemente "Pilde" o "Dapa", la cual es una Malpigiácea del género *Banisteriopsis* y de la especie *Caapi*, pues los abundantes ejemplares obtenidos han sido determinados como tales en el Herbario Nacional Colombiano. Un árbol que produce el llamado "Pilde de árbol", pues se trata de un árbol de las solanáceas, el *Cestrum racemosum* (Standl.) Francey (ejemplares det. en el Herbario Nacional Colombiano). Estas plantas son empleadas para obtener una bebida por decocción o maceración en frío, que los Noanamá llaman también "Pilde" o más propiamente "Dapa". El empleo de esta planta es propio de los adivinos (por lo general mujeres), quienes son personas de naturaleza excitable y las cuales señalan para predecir el porvenir, leer el pasado y contemplar el presente en visiones telepáticas. Tales parecen

ser los efectos de esta planta así preparada, muy similares a los que se dice produce el "Yajé" del Amazonas. El autor bebió de esta mezcla en frío y en caliente, no sintiendo más efectos que los de un ligero mareo y desórdenes estomacales de menor intensidad. Esperamos que el estudio químico y farmacológico que se hace del material, nos dirá algo más sobre estas plantas. Por ahora sigue en pie el origen sureño de la liana narcótica y nos sorprendería el encontrar diferencias botánicas o químicas con los ejemplares de Yajé del Amazonas.

Incidentalmente agregaremos el que los Emberá de río Saija (Departamento del Cauca) quienes fueron interrogados por mí respecto a la denominación y al uso de la liana, me han confirmado mi suposición respecto a la similaridad de estos dentro de su grupo.

Sobre el uso del *Cacao* entre los indios del grupo Chocó, podemos decir adelantando algunos conceptos, que emplean esta planta como alimento cotidiano; a lo largo de sus grandes ríos desde el norte hacia el sur, la cultivan, cosechan y preparan con especial dedicación. Tienen los árboles en los alrededores de sus habitaciones, cosechan los frutos y ponen a secar la semilla al sol, en bateas especiales; una vez hecho esto, lo muelen por medio de una muela de piedra y lo mezclan con jugo espeso de caña dulce, después de lo cual confeccionan bolas de chocolate dulce, con las que preparan una bebida caliente, aromática, de cualidades energéticas y agradable al paladar, denominada por ellos "Chocolat".

Cultivan *Cacao* de tres especies diferenciadas por los Chocó: una de árboles gruesos, ramificados desde cerca de la base, con frutos grandes, elipsoides, de color amarillento. Llamam a esta variedad "*Cacao panameño*", por provenir de la región del Istmo. Al parecer se trata de una variedad del *Theobroma Cacao*. Reconocen otra, con frutos de cáscara roja. Árboles relativamente gruesos, ramificados desde la base, con hojas ovadas y ovoido-lanceoladas, brillantes. En este caso se trata del *Theobroma Cacao* L. Además, reconocen otra especie que denominan "*Bacao*" presenta entre otras, las siguientes características, la de tener sus hojas elípticas, de envés glauco y haz verde oscuro. Aquí se refiere al *Theobroma bicolor* H. et B.

Los árboles son abundantes en la región y sus frutos son de muy buena calidad y excelente sabor.

Como el empleo del *Cacao* en el Chocó se extiende de Norte a Sur y el uso de esta planta es efectivamente de origen centroamericano, yo me atrevo a asegurar, que si realmente existió un camino para el *Cacao*, como nos lo dice el célebre Canto Kuna del río Bayano, fue el Chocó, indudablemente, la vía de penetración de esta planta a Colombia.

KUNA (Cuna) — Grupo lingüístico de la familia Chibcha, Rivet (38-a).

Con ellos penetran los Chibchas a Colombia, en sus puestos de avanzada en la región de Arquía en la frontera Colombo-Panameña y en los costados Occidental y Oriental del Golfo de Urabá, entre los ríos Tanela, Cuti y Tolo en la parte Occidental y sobre el río Caimán Nuevo en la Oriental. En su gran mayoría viven hoy en Panamá, especialmente en las Islas del Atlántico, que forman el Archipiélago de San Blas y entre los ríos Gualas, Mortí y Puiro. Estos indígenas

usan el tabaco (var.), en forma de grandes cigarros y las semillas de Cacao (*Theobroma Cacao*) en sus ceremonias mágicas, tales como las de iniciación tanto para mujeres como para hombres Nordenskiöld (25-b). En dichas ceremonias las semillas de Cacao son quemadas lentamente en braseros de cerámica de madera, usados especialmente para estas ocasiones, a fin de aromatizar la reunión y por su significado mágico. El cigarro se fuma lentamente, arrojando de vez en cuando bocanadas de humo a los presentes, a fin de alejar los malos espíritus. También se usa ocasionalmente en las ceremonias, la pipa para tabaco, manufacturada en madera, que pasa de boca en boca soplando el humo hacia adelante, Nord. (25-b, p. 252).

El uso del Cacao en la medicina y magia Kuna es algo complejo. Cuando se trata de casos de curación, el *nele* (hechicero, adivino) se coloca un collar de cuentas de Cacao, baña al enfermo ocho veces, después de lo cual él mismo toma un baño; luego talla figuras antropomorfas en madera, para defenderlo. Después coloca debajo de la hamaca del enfermo un brasero de cerámica (sianala) con fuego, en el cual arroja unas semillas de Cacao, que se van quemando lentamente y produciendo humo que acompaña al "nele" mientras habla con las figuras de madera, es decir con los espíritus, sobre la salud del enfermo, (25-b, p. 262). Existe un curioso canto mágico del río Bayano, llamado "El Camino del Cacao", en el cual aparecen: La relación del Cacao con los vestidos de las mujeres de acuerdo con una división de clases de Cacao, en función de los colores. Además da una idea de la importancia del Cacao en la vida de los Kunas (25-b, pp. 577, 592). También aparece el Cacao en estrecha relación con la historia de los héroes civilizadores de la raza Kuna y con la creación del hombre.

Se sabe también del uso del Cacao para la preparación del Chocolate, bebida de origen centroamericano, mediante la adición de banano dulce, molido; uso que puede remontarse a varias centurias entre estos indígenas como nos lo permiten asegurar las crónicas de la Conquista, (8-a, pp. 63-64, V. 2).

PAEZ: familia lingüística Chibcha de acuerdo con Rivet (38), y Ortiz (26).

Esta es una de las más numerosas tribus indígenas de Colombia, su número asciende a cincuenta mil individuos, repartidos así: el núcleo principal se encuentra al Noroeste del Departamento del Cauca, en la región llamada Tierradentro que comprende veinte parcialidades indígenas, y otros núcleos menos numerosos se hallan repartidos en los planos Oriental y Occidental de la Cordillera Central, en el Oriental de la Cordillera Occidental y finalmente hay un grupo en el Departamento del Tolima, al Sur, entre los ríos Ata y Saldaña.

Los Paeces cultivan y consumen la coca más de cuatro siglos atrás, encontrándose sus cultivos en los valles atravesados por el río Páez y se extienden hacia los dos mil metros sobre el nivel del mar.

La coca tiene entre ellos el carácter de sustituto alimenticio, pero además es usada en la medicina y la magia. Se consume por todos los individuos de la tribu sin distinción de edad y sexo y comercian con ella activamente, sirviendo de moneda en sus transacciones.

Como en todos los grupos Chibchas la siembra la realizan los hombres y la recolección principalmente las mujeres. Esto obedece un poco a la división del trabajo entre sexos y un poco a la tradición. Yo creo que en cuanto a la mujeres concierne éste es un tabú mágico-religioso, que ha desaparecido en parte por la influencia de misiones católicas y la consiguiente aculturación, a pesar de que el uso de la coca en la magia está presente en todas las parcialidades de la región y en ella se conserva todo el remanente de la mentalidad primitiva.

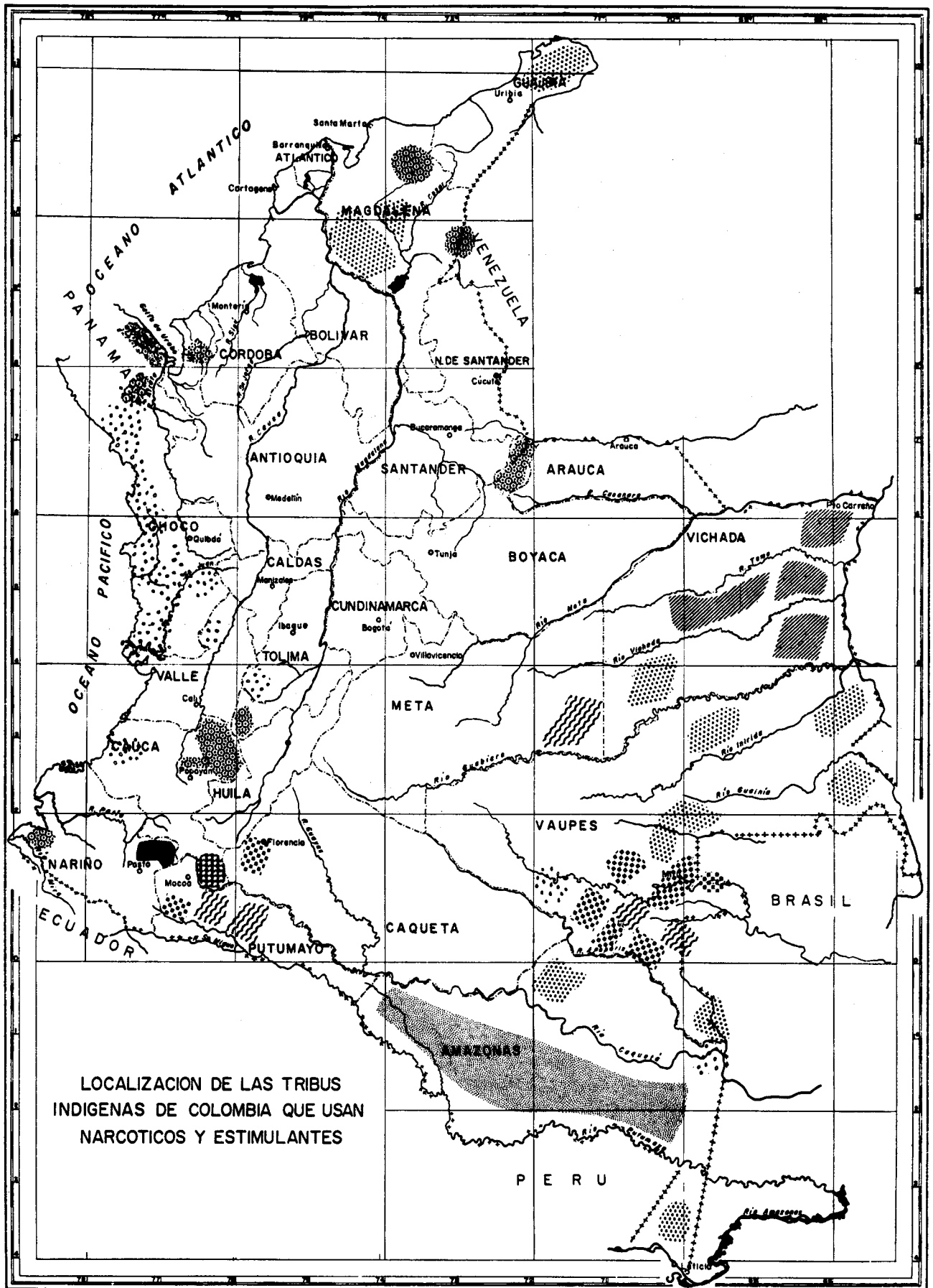
Recogida la coca, se recibe en grandes ollas viejas de arcilla y se procede a tostarla a fuego lento. Cuando esta adquiere un color verde oscuro con visos dorados está lista para su consumo y entonces se coloca en bolsas tejidas en lana de oveja llamadas "kuetan-diajas", que todo individuo de la tribu lleva colgadas del hombro.

La cal se obtiene de rocas calcáreas en las cuales es rica la región y que se rompen por medio del fuego. Esta es llevada en un calabacito llamado "kuetand-tuka", que se coloca en la misma bolsa de las hojas de coca.

#### CONVENCIONES:

FAMILIA LINGÜÍSTICA	TRIBU	NARCOTICO O ESTIMULANTE EMPLEADOS
ARAWAK	GUAJIRO	PASTA DE TABACO PARA MASTICAR.
	CHIMILA	TABACO EN PASTA PARA MASTICAR.
	DESANO	LA COCA (NYE <sup>1</sup> ), EL TABACO (E), EL YAJE O CAAPI Y EL PARICA (N).
	TARIANO	TABACO (E) Y PARICA (N).
	TIKUNA	TABACO (E), COCA (NY) REDUCIDO - USO DEL YAJE.
	YUKUNA	COCA PREPARADA EN FORMA ESPECIAL.
CHIBCHA	TANIMUKA	FUMAN CIGARRO, ASPIRAN EL YOPO (N).
	SALIVA	TABACO CONCENTRADO Y COCA.
	PUNAVE	COCA Y TABACO EN LA MAGIA, CACAO EN BEBIDA (E), MAGIA
	PIAPOKO	NARCOTICO LLAMADO PILDE
	KOGI, IKA, SANKA	COCA, TABACO MASTICADO, DE COCCION DE FLORES DE BORRACHERO (N)
	KUNA, KOAIKER, PAEZ	COCA MASTICADA.
KARIB	GUAMBANO	ASPIRAN EL YOPO (N), MASCAN LA COCA (N) Y EL TABACO (E).
	TUNEBO	TABACO FUMADO EN PIPAS, COCA MASCADA.
	MOTILON	COCA MASTICADA
	PIJAO	DECOCION DE SEMILLAS DE BORRACHERO (DATURA SP) Y EL TABACO EN LA MAGIA.
COCHE	CHOCO	BEBIDA A BASE DE UN BANISTERIOPSIS LLAMADO "PILDE", CACAO (E)
	(ENBERA, NOANAMA, BAUDO)	TABACO, CAAPI, YAJE Y RAPE DE TABACO.
	KARIHONA	INFUSION DE CIERTAS SOLANACEAS (BORRACHERO)
TUKANO	SIBUNDOY	TABACO EN EXTRACTO CONCENTRADO Y CIGARRO. BEBIDA CAFEINICA A BASE DE "YOPO" (E). BEBIDA NARCOTICA LLAMADA "YAJE".
	SIONA	YAJE (N), YOPO (E)
	KOREGWAMES	TABACO, COCA, YAJE, ENTRE ELLOS "CAAPI" Y EL "PARICA", PREPARADO A BASE DE LA RESINA DE CIERTA MIRISTICACEA.
KECHWA	TUKANO	EL TABACO (E), LA COCA (NYE)
	BARASANA	EL YAJE Y EL PARICA (N)
	MAKUNA	YAJE, LLAMADO ENTRE ELLOS "YAHUASCA", BEBIDA ESTIMULANTE DE YOPO.
WITOTO	TUYUKA	EXTRACTO DE TABACO MEZCLADO CON CENIZAS ALCALINAS DE UNA CHAMEDOREA.
	GWANANO	COCA MEZCLADA CON CENIZAS DE CECROPRIA (YARUMU)
	TAWAINO	YAJE PARA USOS MAGICOS Y MEDICOS
INDETERMINADA	KUBE O	
	INGA	EXTRACTO DE TABACO, YAJE Y YOPO (E)
GUAHIBO	MUINANE	OCASIONALMENTE COCA (NYE), TABACO (E) Y UNA NUEVA CLASE DE CAAPI (N).
	OKAINA	FUMAN CIGARRO. EMPLEAN EL YOPO (N)
	POSIGARO	
	BORA	
	MIRANA	
	KOFAN	
	MAKU	
	GUAYABEROS	
	GUAHIBO	
	SIKUANI	
	AMORUA	
	KUIVA	

- 1 NARCOTICO
- 2 ESTIMULANTE



LOCALIZACION DE LAS TRIBUS  
INDIGENAS DE COLOMBIA QUE USAN  
NARCOTICOS Y ESTIMULANTES

Dib. Dabeyba G. de Cuervo

El "mameador" (individuo que masca la coca con cal "mambe") toma una mascada de hojas tostadas en su bolsa y las introduce en la boca, donde forma con ellas una pelota que masca durante unos minutos; luego agrega un poco de cal del calabazo, tomándola con los dedos pulgar e índice. En esta forma obtiene la reacción deseada.

Los Paeces, también mascan tabaco principalmente en magia y medicina. Generalmente ellos no cultivan la planta y compran cigarrillos con este fin.

El Shamán emplea el tabaco mezclado con la coca durante las sesiones mágicas. Yo pienso que la introducción del tabaco en la medicina Páez, no es muy antigua. El "Borrachero" (alguna especie de *Datura*) es empleada por el "Brujo", como narcótico venenoso para causar locura a sus enemigos (1).

**GUAMBIANO:** familia lingüística Chibcha, de acuerdo con Rivet (38).

Se encuentra al Occidente del Cauca. Tiene una población aproximada de siete mil individuos. Emplea la coca con fines mágicos en las parcialidades económicamente más avanzadas, "Qizgó" y "Guambía", y como sustituto alimenticio en Ambaló, naturalmente con su inclusión en la Magia. Su cultivo ha disminuído considerablemente y su preparación es la misma de los Paeces (50).

**SIBUNDOY:** tribu de lengua Kamsá, perteneciente a la familia lingüística Koché, de acuerdo con Ortiz (26).

Los indios Sibundoy habitan el Centro-Este del valle de Sibundoy, en el Noreste de Nariño.

En sus ritos mágicos y terapéuticos, ellos hacen uso de varias plantas solanáceas: *Datura candida*, *D. sanguinea* y *D. dolnicarpa*. Cada una de estas especies de *Datura*, tiene un nombre nativo especial. Estas son, más detalladamente, de acuerdo con Barclay y Schultes, formas grotescas con deformidades, debidas probablemente a afección por virus, cada una de las cuales, los indios reconocen como diferentes clases de "Borrachero" y cada una está destinada a un específico uso mágico-terapéutico.

Los Sibundoy también poseen otra curiosa droga solanácea, de naturaleza endémica, en este encerrado valle montañoso: el *Methysticodendron Amesianum*.

El uso de este narcótico, altamente peligroso, está restringido al médico indígena, quien lo emplea en la adivinación, profecía y terapéutica.

Los efectos intoxicantes, pueden alcanzar el delirio y algunas veces mantienen al individuo, bajo períodos de perfecta inconsciencia durante algunos días.

Únicamente las hojas son usadas en la preparación de la bebida intoxicante, la infusión gasta de veinte minutos a una hora. El médico indígena nunca bebe el líquido inmediatamente, sino que permanece bebiendo durante un período de dos o tres horas. En el caso particular del *Methysticodendron*, la tradición establece que esta droga debe beberse durante la luna menguante.

El yajé, la coca y el tabaco, son indudablemente conocidos como curiosidades importadas, en la bolsa de

los elementos mágicos del médico Sibundoy, pero ninguno de estos narcóticos es usado ordinariamente por los "Kamsa" (46).

**SIONA:** familia lingüística Tukano, de acuerdo con Rivet (38), Loutkotka (24), Castellví (3) y Ortiz (26).

Habitantes de la Comisaría del Putumayo, entre los ríos Sucumbíos y Guamues, estos indios pertenecen lingüística y culturalmente a los Tukano del Vaupés, de cuya región probablemente vienen, quizá un poco antes de los Korehuaje, el otro de los grupos Tukano del Oeste. Ellos habitan esta localidad posiblemente antes de la Colonia y han adoptado algunos de los narcóticos y estimulantes de sus vecinos.

Los Sionas usan el tabaco en cigarrillos y en extracto concentrado (2). Ellos preparan el tabaco en forma muy curiosa la cual es en realidad una combinación del cigarrillo manufacturado en el Vaupés por los Tukano y el zumo de tabaco preparado por los Witoto del Amazonas: agregan al extracto de tabaco, cáscaras de plátano y de cacao, quemadas y cernidas. Además fuman cigarrillos comunes y emplean el largo cigarrillo ceremonial a la manera de los Tukano del Vaupés. Por el contrario no usan coca, tal como los Witoto y Tukano y reemplazan este estimulante con el caféico Yoco, quien hace parte principal en su economía. Schultes cree que el origen del uso del Yoco, puede ser Kechua, de acuerdo con el nombre, porque este es usado por todas las tribus del Putumayo, prescindiendo de la afinidad lingüística, uso aparentemente derivado del Inga, tribu poco numerosa, localizada en la región del Mocoa, y que habla un dialecto Kechua del Ecuador. Este es sin embargo el punto de vista de Schultes y no existe sin embargo una prueba sólida que sustente esta teoría (45).

Los Siona también toman "Yajé", preparado a base de *Banisteriopsis quitense*, *B. inebrians* y *B. Rusbyana*. De estas lianas narcóticas, ellos preparan una bebida empleada preferentemente por los brujos para propósitos mágicos.

Ocasionalmente otras plantas les son agregadas al *Banisteriopsis*, algunas de las cuales no son malpigiáceas, tales como: una especie de árbol *Datura* la "amarantácea *Alternanthera Lehmannii*" y, algunas veces, hojas de tabaco (47).

**KOFAN:** familia lingüística Chibcha, de acuerdo con Rivet (38), Jijón y Caamaño (18-a); familia incierta o desconocida de acuerdo con Ortiz (26) y Mason (24-a), véase la clasificación de Castellví (4).

Los Kofán se pueden localizar cerca de Puerto Ospina en el río Putumayo, en los ríos Sucumbíos y Guamues en la comisaría colombiana del Putumayo, y a lo largo del río Aguarico en el vecino Ecuador.

El tabaco es planta muy común entre ellos, y la confeccionan ya en largos rollos o en panes prensados, similares a los encontrados entre grupos Tukanos del Vaupés. Ambas tribus importan estos del Brasil actualmente.

Los Kofán usan también el extracto concentrado de tabaco que ellos llaman "ambil" como los Witoto del

Amazonas, pero debo advertir que este apelativo es probablemente originario del Castellano popular, y estos indígenas y los Witoto tienen su nombre propio para designar esta mezcla, véase (51).

El Yajé, es hecho especialmente de *Banisteriopsis inebrians* y probablemente también de *B. quitense*. Es uno de los más importantes narcóticos y su uso no es exclusivo de los sacerdotes y médicos indígenas.

Los Kofanes son grandes consumidores de "yoco", que consumen diariamente todos los individuos. Cuando las espontáneas reservas de este vino de la selva se terminan en una región, un poblado entero puede moverse para buscar un nuevo y cercano abastecimiento. Este nunca es cultivado, puesto que es una liana de lento crecimiento (47).

INGA: familia lingüística Kechua, de acuerdo con Ortiz (26).

Este reducido grupo de indios, que vive actualmente cerca de Mocoa, en la Comisaría del Putumayo, es probablemente el remanente de la expansión Kechua, desde las tierras altas en el Este, hasta las vertientes de los Andes en el Sur de Colombia.

Estos indios son muy dados al uso del "Yajé", hecho normalmente de *Banisteriopsis inebrians* o *B. Rusbyana* y de vez en cuando con mezclas de otras plantas. Ellos llaman este narcótico "ayahuasca", una denominación Kechua muy generalizada, que significa "vino de la muerte". El "yajé" es también usado entre los ingas como un violento purgante. Para propósitos mágicos es tomado de cuando en cuando por el "Shamán" y en contadas ocasiones por alguno de los hombres de la tribu bajo la supervisión del "Shamán" (47).

Los Ingas usan además el "yoco" como estimulante diario. La coca nunca es mascada por los miembros de esta tribu (45).

KOREHUAJE: familia lingüística Tukano, de acuerdo con Rivet (38) y Mason (24-a).

Los Korehuajes, como los Siona, vinieron hacia el Oeste desde el Vaupés en tiempos precoloniales, pero aparentemente más tarde. Es muy posible que ellos llevaran la coca consigo.

A diferencia de los Siona, sin embargo, ellos no emplean el tabaco, pero han adoptado el "yoco" y el "yajé". No me atrevo a suponer de quien han tomado el uso de "yajé" (8), porque también lo emplean, todas las tribus del Putumayo, Amazonas y Vaupés.

WITOTO: familia lingüística Witoto, de acuerdo con Koch-Grünberg (20), Rivet (38), Castellví (7) y Ortiz (26).

Los Witoto se encuentran dispersos en numerosas localidades de la Comisaría del Amazonas, especialmente a lo largo de los ríos Caraparan' e Igaparaná y en sitios cercanos al Perú. La tribu ha sufrido un desmembramiento que se debe al éxodo de muchos grupos a principios de este siglo, debido a la persecución desencadenada por los caucheros. Por esta época ellos fueron verdaderos esclavos en el trabajo del caucho, y sufrie-

ron en realidad una desintegración cultural en este período.

Ellos usan el tabaco concentrado, una especie de jarahe o extracto semisólido de un subido color marrón, llamado en lengua Witoto: "yera", "yeras" o "djerabe" (49, 21, 6).

Las hojas más grandes y verdosas de la parte baja de la planta, son colocadas al fuego lento en una vasija de barro por varias horas. Antes que el extracto se concentre para formar una espesa miel, se mezcla con las sales alcalinas preparadas de los tallos y las hojas de una *Chamaedorea* y con retoños de una especie de *Bactris*. Estas sales reciben el nombre de "cha-pe-nas" en Witoto, y se obtienen por evaporación del agua que ha pasado y escurrido a través de las cenizas de dichas plantas.

La preparación de este ambil, como lo llaman también los blancos de la región, difiere un poco entre los grupos Witoto y esta costumbre se extiende entre algunas tribus amazónicas y tiene raíces en la historia y en la mitología witotas (29). Además existe una sorprendente similitud entre este uso del tabaco y el de las tribus de la Sierra Nevada de Santa Marta. El paralelismo cultural sería una solución prematura para este interrogante y es necesario sondear un poco más en la mítica y en la historia de ambos grupos tribales, para obtener una respuesta satisfactoria.

Usualmente estos indios emplean el ambil junto a la coca, pero ocasionalmente se toman en forma independiente. Las mujeres Witoto no mascan la coca, aunque algunas toman el tabaco. Yo he llegado a pensar que este es el vestigio del antiguo tabú femenino para el uso de narcóticos (50).

La preparación de la coca tiene también el recuerdo de antiguo ceremonial. Las hojas verdes y frescas, son tostadas en una olla de barro, pulverizadas y el polvo es mezclado con cenizas de yarumo "curangno" (*Cecropia spp.*, especialmente *C. peltata*). Esta mezcla se cierne a través de un fino cernidor de corteza y es entonces cuando está lista para mascar (42).

A pesar de que el uso de estas dos plantas, ha perdido mucho de su antiguo valor ritual, se conserva aún su uso asociado con algunas reuniones especiales, donde se habla de los problemas tribales más importantes, además de recitar sus mitos, uso ceremonial muy acentuado entre los indios de la Sierra Nevada de Santa Marta (25, 50).

Naturalmente encontramos ciertas variaciones en la preparación del tabaco y la coca entre los grupos witoto, especialmente entre estos y los Bora quienes viven un poco más alejados de la influencia civilizadora y consecuentemente han conservado en forma más pura su cultura. Algunos autores, como Rivet (38), consideran a estos como pertenecientes a la familia lingüística Tupí-guaraní, sin embargo otros como Castellví (7) sostienen que ellos son una familia lingüística independiente. Finalmente Jijón y Caamaño cree que los Bora son lingüísticamente relacionados con los Witoto. Personalmente yo creo que solamente un estudio más detenido de esta lengua, puede resolver este enigma, aun cuando es claro —de acuerdo con exploradores dignos de crédito— que los Witotos y Boras, hablan entre sí en sus respectivas lenguas y se entienden el uno y el otro con alguna dificultad. Culturalmente, los Witoto y Bora,

vecinos por siglos, se relacionan estrechamente y por lo tanto hemos resuelto considerarlos aquí como un mismo conjunto.

Finalmente nosotros podemos señalar el uso que los Witoto hacen del narcótico alucinógeno "ayahuasca" o "yajé" (*Banisteriopsis spp.*) pero aparentemente en una reducida escala. Aquí el uso del "ayahuasca" es comunemente restringido al "shamán" y no se extiende al total de la población.

Los Miraña (Miranya), indios actualmente muy reducidos en número, fueron temidos tiempo ha, por sus características guerreras. Son clasificados lingüísticamente Witoto, pero, de acuerdo con informaciones que yo he recibido de viajeros y otras personas que conocen a los Miraña, pienso que estos no son lingüísticamente Witoto y que tal vez constituyen una diferente familia. Ellos viven actualmente cerca de la Pedrera en el río Caquetá. También hay algunos grupos Mirañas en el vecino Brasil.

A causa de su constante proximidad, los Miraña, son culturalmente y en muchos aspectos muy similares a los Witotos y Boras. Ellos usan la coca en grandes cantidades en su vida diaria y se dice emplean tabaco en forma de rapé y de "ambil". No hemos recibido noticias del uso del "caapi" entre ellos.

**TUKANO:** familia lingüística Tukano, de acuerdo con Rivet (38), Castellví (5), Mason (24), y otros. Véase la clasificación de Koch-Grünberg (21).

Los Tukanos representan una de las más importantes familias lingüísticas de Sur América. La gran mayoría de estas tribus habitan la comisaría del Vaupés y las vecindades del Brasil. Las más importantes tribus en el Vaupés colombiano son: Guananos, Piratapuyos, Tarianos, Macunas, Barasanas y Djis.

Los Cubeos son usualmente clasificados como Tucanos, pero puede haber razones para preguntar porque están clasificados en esta familia lingüística.

Los Tukanos representan la cultura de la selva tropical, son agricultores, pescadores, navegantes, hacen uso de la hamaca y conocen el arte de la cerámica. Socialmente están organizados en fratrías (14).

El tabaco, la coca, el "parica" y el "caapi", son las plantas narcóticas que figuran en su vida diaria también como en terapéutica y en sus ritos mágicos (43, 47, 50, 51).

El gran cigarro hecho de hojas de tabaco envueltas en hojas de maíz, plátano y otras plantas, o bien con la corteza de un inidentificado árbol de las Anonáceas. Sostenidos por medio de un artístico tenedor de madera tallada, éstos cigarros son fumados en ciertas fiestas ceremoniales. Este uso es especial para la luna menguante (51).

El tabaco es también la base del rapé entre estos indios. Las hojas son tostadas y pulverizadas y el resultado es un polvo gris que es mezclado en igual cantidad de cenizas de plantas. El polvo final es verdoso. Ambos sexos toman parte en el uso del rapé. Este es guardado en una caja hecha de un gran caracol de tierra, con un tubo para aspirar, elaborado de un hueso de ave. El *Banisteriopsis* es tomado por algunos hom-

bres, pero esencialmente tiene usos mágicos. Se acostumbra emplearlo durante algunas danzas, que tienen lugar frecuentemente durante la época de las lluvias. Ocasionalmente son practicados tratamientos de enfermedades o exorcismos durante las danzas del "caapi". El "caapi" es quizá el mejor conocido de los narcóticos porque se da a beber para mejorar el valor de los jóvenes Tukano durante la violenta prueba física de la ceremonia de la iniciación de la danza del "Yurupari" (47).

Los Tukano también emplean un rapé preparado de la resina roja de ciertas especies de miristicácea: *Virola* especialmente *V. calophylloidea*. Esta es comunemente conocida como "pa-ree-ka" entre los Tucanos, pero ésta es una palabra tupi-guaraní. Los Puinaves llaman a este rapé intoxicante "ya-kee", los Kuripakos "ya-to". Es preparado por el cocimiento de la resina por muchas horas que luego se deja secar al sol, produciéndose una dura masa que es pulverizada. A este polvo se le agrega una mezcla alcalina de corteza de especies de cacao silvestre (*Theobroma subincanum*) y el resultado de esto es el rapé final. Desafortunadamente este ha sido confundido en la literatura antropológica con un rapé hecho de semillas de leguminosa *Piptadenia peregrina*, un narcótico empleado en Colombia por tribus diferentes de los Tukano y que habitan principalmente en algunos tributarios occidentales del río Orinoco (43, 43-a).

**DESANO Y TARIANO:** familia lingüística *Arawak* de acuerdo con Rondon (39-a), y Schultes (comunicación personal). Véase clasificación de Koch-Grünberg (22).

Estas tribus Arawak viven a lo largo del curso bajo del Vaupés Colombiano y en los afluentes de este, en una continua y extensa proximidad cultural y geográfica con grupos Tukano de la región.

El uso de la coca, "caapi" y tabaco, es en todos los aspectos similar al de los Tukano. Ellos también conocen y emplean "parica" o *Virola*, como sus vecinos.

**TICUNA:** familia lingüística *Arawak*, de acuerdo con Castellví (3).

Los Ticuna viven en el Trapecio Amazónico de Colombia y en partes adyacentes del Brasil y del Perú. Ellos emplean el tabaco en forma de cigarro (9, 25-a) y hay informes de que conservan el uso de la pipa para fumar (51, 25-a).

También emplean "parica" o "rapé" de *Virola*. Yo creía con base en las referencias de Tessman (49) y Nimuendaju (25-a), que los Ticuna empleaban el "yopo", pero puesto que *Piptadenia peregrina* no es conocida en esta área de acuerdo con las notas de distribución de Schultes, sobre *Virola calophylla* y *V. calophylloidea*, yo creo ahora hasta en la ausencia de este espécimen botánico y esto puede justificarlo el hecho comprobado de que ellos preparan un narcótico en forma de rapé, llamado "parica", a base de *Virola*. Además Nimuendaju (25-a) establece que el rapé de los Ticuna es hecho de la corteza de un árbol.

**YUKUNA:** familia lingüística Arawak, de acuerdo con Koch-Günberg (22) y Schultes (comunicación personal).

Los Yukuna, quienes habitan la parte más alta del Miritipará, río de la Comisaría del Amazonas, han absorbido actualmente un gran número de grupos de Matapies, no clasificados lingüísticamente.

Estos indígenas son grandes masticadores de coca y emplean el rapé de tabaco en exceso. Ellos emplean también el tabaco en forma de extracto en largos cigarrillos, como sus vecinos los Tukano. El *Banisteriopsis spp.*, es usado para preparar una bebida narcótica como en las tribus vecinas, aunque el empleo de esta droga es mucho más reducido que entre los Tukanos del Norte (47).

**TANIMUKA:** familia lingüística Arawak, de acuerdo con Schultes (comunicación personal).

El río Popeyacá, afluente del Apaporis, localizado cerca de la tierra de los Yukuna en la Comisaría del Amazonas, es al presente el centro de una pequeña población Tanimuka. Este grupo, se separó a principios de este siglo hacia las cabeceras del Igarape Peritome, un pequeño tributario del Apaporis, aguas arriba hacia el río Popeyacá, para escapar a la persecución de los caucheros.

Los Tanimukas usan la coca, el tabaco y el "yajé", como sus vecinos los Yakuna, pero los Taminukas del Popeyacá, preparan su coca en una forma muy exclusiva y completamente distinta, de los otros grupos indígenas, ya sean amazónicos o andinos.

En 1957, Schultes (46) publicó una nota con esta nueva fórmula, que consiste en que: la coca previamente tostada y pulverizada se acompaña por las cenizas de hojas de varias especies de *Cecropia* o de *Pourouma*, generalmente *P. cecropiaefolia* Mart. y así se somete al humo que expele la resina del *Protium heptaphyllum*, a través de largos tubos elaborados de hojas secas de *Ischnosiphon*, con los cuales este sopla hacia el centro de la pila del polvo de coca y el resinoso y aromático sabor que se le da mejora mucho el gusto. El *Protium* pertenece a la familia de las Burseráceas o Mirras, quien tiene algunas resinas valiosas en el comercio y en la medicina. La resina del *Protium heptaphyllum*, una especie muy difundida en Sur América, es comunmente denominada en Colombia, brea o pergamin, pero es conocida comercialmente como "tacamahaca". Las propiedades de la "tacamahaca" son semejantes a otros terebintinatos (denominación química). En realidad estos nombres vernáculos son frecuentemente aplicados a resinas de otras plantas Burseráceas y los nativos en ocasiones confunden estas resinas.

El método Tanimuka, para preparar la coca es de un sorprendente refinamiento y nos da motivos para preguntarnos, cómo los indios amazónicos adquirieron la coca en tiempos pre-hispánicos, si este refinamiento no es mencionado por ninguno de los cronistas de Conquista y Colonia, ni se ha escrito sobre él en las obras de naturalistas y exploradores de estos últimos tiempos. Es también cierto que este grupo continúa viviendo en el incógnito y que acaso algunos naturalistas han penetrado en esta área, pero no podemos pensar en que ya

lo hubiesen hecho los antiguos cronistas. Además puede pensarse en la invención independiente y probablemente un poco más nueva y nos hace pensar en esto el que el grueso de la población Tanimuka continúe preparando la coca por el método generalizado en el Amazonas. Sin embargo ellos viajan de vez en cuando al Peritóné, con el fin de comprar la coca perfumada, que usan en ocasiones especiales.

**MAKU:** familia o familias indeterminadas, de acuerdo con Schultes (comunicación personal). Véase la clasificación de Koch-Grünberg (22).

En las poco conocidas selvas, entre el bajo Apaporis y el Vaupés, ríos de Colombia y en el vecino Brasil, viven grupos de indios nómadas, colectivamente llamados Makú. Estos emplean aparentemente un número de lenguas diferentes, una de las cuales pienso yo, se relaciona superficial y remotamente con el Puinave.

Los Makú, quienes no practican la agricultura, no tienen canoas, no edifican sus casas, no usan el vestido y son extremadamente primitivos en todos los aspectos. Algunos individuos han sido esclavizados por los Tukano.

Poco se conoce acerca de los Makú. Nosotros sabemos que, como nómadas de la selva, ellos tienen un agudo conocimiento de las plantas. Obtienen machetes de grupos indígenas de alta cultura a cambio de un curare para flechas que tiene la reputación de ser el mejor de la región.

Schultes, quien ha entrado en contacto con numerosos grupos Makú, de la región dice que aunque ellos no cultivan plantas, mascan coca y fuman el tabaco únicamente, cuando visitan indígenas pero aparentemente el "caapi" lo obtienen silvestre. En la frontera Colombo-Brasilera, Schultes (47) descubrió un grupo de Makús y experimentó con una nueva clase de "caapi" hecho de *Tetrapteryx methystica*, un género cercano al *Banisteriopsis*. Este es un narcótico preparado de lianas silvestres y es aparentemente no cultivado. No se sabe aún si el conocimiento de este "caapi" es únicamente de los Makú, pero esto no ha sido aún detectado por los Tukano.

**KARIHONA:** familia lingüística Karib, de acuerdo con Mason (24-a).

Hoy se encuentran en el Vaupés dos grupos aislados de Karihonas; y otro cerca de la Pedrera en la frontera Colombo-Brasilera del río Caquetá. Estos grupos migraron hacia estas regiones alrededor de 1914 desde las distantes cabeceras del río Apaporis, diezmados por las guerras y la viruela llevadas por los caucheros.

Ellos emplean el "yajé" como bebida concentrada y el tabaco como rapé.

**TUNEBO:** familia lingüística Chibcha, de acuerdo con Rivet (38-b) y Rocheraux (39).

Habitantes de los húmedos bosques del noroeste de Boyacá, numerosos en siglos pasados, se van extinguiendo y debilitando, no ya por el uso de narcóticos, sino por el contagio con enfermedades que el blanco les ha obsequiado como precio por su labor llamada civilizadora.

Cerca de 5.000 Tunebos divididos en grupos y subgrupos tribales, señorean la vasta región comprendida entre el río Arauca y sus límites con Venezuela y la Sierra Nevada de Chita.

La costumbre de aspirar el Yopo "*Akua*", fue adquirida probablemente de los grupos guahibos vecinos.

Este narcótico es preparado de las semillas tostadas y pulverizada de una leguminosa denominada *Piptadenia peregrina* Benth. Es usado exclusivamente por los hombres, pues existe el remanente de un "Tabú", que prohíbe su uso a las mujeres. Para aspirar este violento estimulante en pequeñas dosis y narcótico en dosis mayores, emplean los tunebos un tarso de Pajuil, ave perteneciente a las Gallináceas, de la cual utilizan las siguientes especies: *Mitu tomentosa* (Spix), *Pauxi pauxi* (Linné), *Crax daubentoni* Gray, llevándolo a una de las fosas nasales por un extremo y por el otro apoyándolo en una bandeja de madera tallada, en la cual se coloca el polvo, que originalmente portan los Tunebos en un pico de Ciéntaro (Tucán) *Ramphastos swainsoni* Gould, o bien de otras especies.

El uso de caracoles terrestres llamados "*Achicurá*" en el grupo de los Cobaría, para moler las semillas de *Piptadenia*, sugiere la mezcla con residuos de polvo calizo que aumentaría el poder del alcaloide contenido en estas semillas previamente tostadas a fuego lento y coincidiría con el empleo de la cal en el uso de la coca.

Naturalmente el nombre del polvo adivinatorio, pues este es uno de sus más poderosos efectos de acuerdo con el decir de los "Kareka" tunebos, cambia de acuerdo con la región y el grupo tribal. Lo mismo podemos decir en cuanto se refiere a los objetos empleados para su uso.

Las hojas de coca "*Asa*" se usan previamente tostadas y mezcladas con cal extraída de rocas calizas de la montaña, como un gran estimulante en las largas y agotadoras jornadas de la selva. Como las demás tribus andinas, especialmente de la familia lingüística Chibcha, acompañan su uso con el de una bolsa tejida en pita (Chibará) proveniente de la corteza de un árbol (*Schoenobiblus cannabinus* Cuatr.), árbol de la familia *Thymelaeaceae*, corteza que se extrae simplemente arrancándola del árbol en sazón; se remoja, machaca y se seca al sol, extrayendo luego la fibra que tejen los hombres, por medio de agujas de Chonta (*Guilielma gasipaes* (H.B.K.) Bailey).

Los Tunebos usan además el Tabaco (*Bakia*) *Nicotiana Tabacum* Linné, que cultivan y mastican después de secar la hoja, para propósitos médicos y mágicos: En ceremonia de iniciación de jóvenes, en curaciones, incautaciones, etc. Comúnmente ellos no fuman pero aceptan de buen grado el obsequio de cigarros y cigarrillos.

**EL COMPLEJO DEL YOPO:** Finalmente debemos mencionar algunas tribus localizadas entre los ríos Meta e Inírida, la mayor parte de las cuales son Arawak o Guahibo. Las tribus en cuestión son: los Puinaves (24), los Piapocos (24-a), los Guayaberos de acuerdo con Medem, (comunicación personal), Guajibos, Kuivas, Amoruas, Sikuanis, Salivas (30) y Kuripakos, de acuerdo con Schultes (comunicación personal).

Todos ellos usan o usaron años atrás el "yopo", especialmente para propósitos mágicos. El "yopo" es preparado de semillas tostadas y pulverizadas de *Piptadenia peregrina*. Es normalmente usado por los hombres, pues existe el remanente de un tabú, que, sin embargo, no es ahora tan estricto, pues entre los más aculturados, ambos sexos lo usan indistintamente.

Para aspirar este violento intoxicante que semeja polvo de café, se emplean muy diferentes instrumentos. Generalmente los más usados son aquellos de doble tubo en forma de "Y" griega, hechos de huesos tubulares de ave, soldados por medio de una resina en la unión de los dos brazos de la "Y" y terminados las más de las veces en dos nueces de palma agujereadas. Estas nueces son colocadas en las fosas nasales y el polvo es inhalado de la palma de la mano. Otra clase es la de un largo tubo en forma de "V", una de cuyas extremidades se coloca en una fosa nasal y la otra en la boca, y así se administran ellos mismos el polvo. Hay otros tipos adicionales de tubos para aspirar, unos de huesos, otros de cañas, etc. Otro tipo primitivo es hecho de hoja de palma: el ápice de la hoja es cortado y se coloca sobre el polvo y el pecíolo es fuertemente atado y reducido a una simple abertura para aspirar (30, 55).

Generalmente, son empleados para moler las semillas de *Piptadenia* previamente tostadas al fuego, una bandeja y su manecilla de madera. El polvo se guarda en un estuche, elaborado en un peroné de Jaguar (tigre americano) que se cierra con un trozo de cera y es adornado con un pendiente de plumas. La adición de una mezcla alcalina puede ser o no practicada.

Este narcótico es empleado especialmente por los "shamanes", por sus efectos alucinógenos, producidos por la bufotenina, principio activo que debe ser el responsable por la actividad de la intoxicación (13).

Las tribus de los llanos de Colombia, también emplean el tabaco, por regla general en grandes cigarros, envueltos en la hoja fina del interior de una tuza de maíz (30).

Los Piapoko, Puinave y Guahibo, hacen uso del "yajé", pero no como bebida. La corteza de la raíz de esta liana es simplemente mascada y se nos ha dicho que produce efectos narcóticos.

En resumen, es posible decir que hemos intentado en este artículo, hacer una descripción general del uso de narcóticos y estimulantes entre la población indígena de Colombia. Este es un país de un alto desenvolvimiento, espiritual, intelectual y material. El uso de estas plantas, entre las culturas nativas de un país de moderna civilización, representa, paradójicamente, una condición más avanzada que la que usualmente se encuentra donde las culturas nativas se debilitan o desaparecen. Esto demuestra para las culturas indígenas de Colombia, un poder espiritual y un balance cultural, así como la existencia en la mente indígena de un propósito fijo para el uso de narcóticos. Esto es también significativo y de gran valor para la ciencia, por cuanto esta puede observar hoy día para obtener un rico conocimiento de plantas económicas entre pueblos primitivos. Aquí tenemos a mano la posibilidad de estudiar "in situ" los materiales. Para antropólogos, botánicos y médicos, Colombia en un inextinguible cofre de tesoros.



BIBLIOGRAFIA

- (1) Bernal V., Segundo, 1954. Magia y Medicina entre los Paeces. Rev. Col. Antrop. 2: 221-264.
- (2) Caella P., Plácido de, 1945. Tabaco entre las tribus Siona. Amazon. Col. American. 3: 39.
- (3) Castellví, Marcelino de, 1934. Las investigaciones lingüística, para uso de los investigadores del Departamento de Nariño y de las regiones del Caquetá, Putumayo y Amazonas.
- (4) ..., 1938. La lengua Kofán. Journ. Soc. Amer. París, n. s. 30: 219-233.
- (5) ..., 1939. Bibliografía sobre la familia lingüística Tukano. Proc. Second Conv. Inter-Amer. Libr. Assoc. Amer. ser. 2, 2.
- (6) ..., 1941-44. Materiales Etnobotánicos sobre el tabaco y la coca. Rev. Amazon. Col. American. 2, Nos. 4-6.
- (7) ..., 1953. La Macrofamilia lingüística Witoto. Rev. Amazon. Col. American. 5: Nos. 17-19.
- (8) Claes, Florent, 1932-34. Chez les indies Correguajes. Bull. Soc. Roy. Belgue de Geogr. Nos. 56-58, 27-51.
- (8-a) Cobo P. B. Historia del Nuevo Mundo. 2: 63-64, (1890 Madrid).
- (9) De Alviano F., Fidelis, 1953. Noticia Etnográfica dos Indios Ticunas. Miscelánea Padre Castellví, 129.
- (10) De la Rosa, Alférez, José Nicolás, 1949. Floresta de la Santa Iglesia Catedral de Santa Marta (copy), 279.
- (11) Duque Gómez, L. 1945. Misiones de estudio. Bol. Arqu. 1: 215.
- (12) Dupuoy, Walter, 1952. Aspectos folklóricos del uso del Chimo. Ach. Venez. Folkl. 2: 3-12.
- (13) Fabing, Howard D., 1956. Bufotenina (E) Yopo-On Going Beserk: A neurochemical Inquiry. Sci. Month. 83, Nº 5.
- (14) Frazer, Sir James George, 1923. The Golden Bough, 11-12.
- (14-a) Fülöp, Marcos, 1954. Aspectos de la cultura Tucano. Cosmog. Rev. Col. Antrop. 3: 99-137.
- (14-a) García B., Hernando, 1958. El Yajé, Caapi o Ayahuasca. Rev. Un. Nac. Col. 23.
- (15) Genter, Walter A., 1954. The Genus Erythroxylum in Colombia. (Ms. inéd.). Bogotá.
- (16) Goodspeed, Thomas H., 1954. The Genus Nicotiana, 19-36.
- (17) Holmer, Nils M., 1952. Contribución a la lingüística de la Sierra Nevada. Rev. Col. Antrop. 1: 313.
- (18) Igualada, Bartolomé de, 1938. Tres emocionantes exploraciones misionales por el río Cahuinari. Bol. Estud. Hist. 7, Nº 83.
- (18-a) Jijón y Caamaño, Jacinto, 1939. Materiales para el mapa lingüístico del Occidente de Colombia. Bol. Estud. Hist. Pasto 12: 167-175.
- (19) Julián, Antonio, 1949. La Perla de América y Provincia de Santa Marta (copy). Discurso VI.
- (20) Koch-Grünberg, Theodor, 1906. Les Indies Ouitotos, Journ. Soc. American 3: 157-189.
- (21) ..., 1923. Zwei Jahre bei den Indianern Nordwest-Brasilien, 34, 85.
- (22) ..., 1917. Von Roraima zum Orinoco 1: map. 407.
- (23) Levy-Bruhl, Lucien, 1922. La Mentalité Primitive, 47-50.
- (23-a) Loewen Jacob A., *Dialectología de la Familia lingüística Chocó. Revista Colombiana de Antropología*, Vol IX. Bogotá, 1960. Publicación en la cual se confirma la diferencia entre las lenguas Emperá y Noanamá (Waunamá y Eperá) y se clasifican los dialectos de esta última.
- (24) Loukotka, Cestmir, 1935. Clasificación de las lenguas sudamericanas. Edición "Lingüística sudamericana", Nº 1.
- (24-a) Malinowski, Bronislaw. Una Teoría Científica de la Cultura. Buenos Aires, 1948.
- (24-b) Mason, John Alden, 1950. The Languages of South American Indians 6: 157-317.
- (25) Monconil, Gaspar M., 1945. Preparación del tabaco entre los Witoto. Rev. Amazon. 3: Nos. 9-10.
- (25-a) Nimuendaju, Curt, 1953. Am. Arch. Ethnol. 45: 23, 79, 101, 104.
- (25-b) Nordenskiöld. E. An Historical and Ethnological Survey of the Cuna Indians. Goteborg 1938.
- (26) Ortiz, Sergio Elías, 1937. Clasificación de las lenguas indígenas de Colombia. Idearium 1.
- (26-a) ..., 1943. Familia Witoto. Rev. Hist. Pasto 9.
- (26-b) ..., 1954. Lingüística Aborigen de Colombia, 161, 187, 209-247, 247-271, 271-349, 349-373, 413.
- (27) Pardal, Ramón, 1937. Medicina Aborigen de Colombia, 32.
- (28) Pineda, Roberto, 1947. Aspectos de la Magia en la Guajira. Rev. Inst. Etnol. Nal. 3: 11.
- (29) Preuss, Konrad T., 1921. Religion und Mythologie der Uitoto, 219, 234, 254.
- (30) Reichel-Dolmatoff, Gerard, 1944. La cultura de los Indios Guahibo. Rev. Inst. Etnol. Nal., 435-454.
- (31) ..., 1946. Etnografía Chimila. Bol. Arqu. Nº 2, 98-146.
- (32) ..., 1946. Informe sobre las investigaciones preliminares de la Comisión Etnológica al Catatumbo. Bol. Arqu., Nº 4, 392.
- (33) ..., 1945. Los Indios Motilones. Rev. Inst. Etnol. Nal. 7: 18, 26, 33, 54.
- (34) ..., 1945. Cilomanufactura de la cerámica entre los Chamí. Bol. Arqu. 1, 429.
- (35) ..., Gerard y Alicia, 1944. Grupos sanguíneos entre los indios Pijao del Tolima. Rev. Inst. Etnol. Nal., 507.
- (36) Reichel-Dolmatoff, Gerard, 1949. Los Kogi. Rev. Inst. Etnol. Nal., T. I. V. IV, 1.
- (37) ..., 1951. Los Kogi. Una tribu de la Sierra Nevada de Santa Marta. T. 11. Bogotá.
- (38) Rivet, Paul, 1924. Langues Americaines 111. Langues de l'Amerique du Sud et des Antilles. In Meillet, A. and Cohen, Marcel, "Les Langues du Monde", Coll. Ling. París 16: 629-715.
- (38-a) ..., 1943. La lengua Chocó. Rev. Inst. Etnol. Nac., 131-196; 1944, 297-349.
- (38-b) ..., 1943. La lengua Tunebo. Rev. Inst. Etnol. Nac., 47-196, 19.
- (39) Rocheraux, Henri J. Les Unkasias (Ms. inéd.).
- (39-a) Rondon, Frederico, 1945. Uaupés.
- (40) Safford, William E., 1920. Daturas of the Old World and New: an account of their narcotic properties and their use in oracular and initiatory ceremonies. Ann. Rept. Smithson. Inst., 561-567.
- (41) Seemann, Berthold, 1852-1857. The Botany of the voyage of the H. M. S. Herald. London, 68-69.
- (42) Schultes, Richard Evans, 1945. El uso del Tabaco entre los Huitotos. Agricult. Trop. Nº 9, 19-22.
- (43) ..., 1954. Un nouveau tabac a priser de L'Amazon du Nord Ouest, 1954. Journ. Agric. Trop. Bot. Appl., 298-311.
- (43-a) ..., 1954. A new narcotic snuff from the Northwest Amazon. Bot. Mus. Leaf. Harvard Univ. 16: 241-260.

- (44) ..., 1955. A new narcotic genus from the Amazon slope of the Colombian Andes. Bot. Mus. Leaflet. Harvard Univ. 10: 301-322.
- (46) ..., 1957. A new method of coca preparation in the Colombian Amazon. Bot. Mus. Leaflet. Harvard Univ. 17: 241-264.
- (47) ..., 1957. The identity of the malpighiaceae narcotics of South America. Bot. Mus. Leaflet. Harvard Univ. 18: 1-56.
- (47-a) Schultes, Richard E., 1960. *Prestonia*. An Amazon narcotic or not? Bot. Mus. Leaflet. of H. U. Vol. 19 Nº 5.
- (48) Taylor, E. B., 1903. Primitive culture researches into the development of mythology, philosophy, religion, art and custom.
- (49) Tesson, Gunter, 1930. Die Indianer Nordost-Peru, 319.
- (50) Uscátegui M., Nestor, 1954. Contribución al estudio de la masticación de las hojas de coca. Rev. Col. Antrop. 3: 209-289.
- (51) ..., 1956. El tabaco entre las tribus indígenas de Colombia. Rev. Col. Antrop. 5: 12, 52.
- (51-a) ..., 1959. The present distribution of narcotics and stimulants amongst the indian tribes of Colombia. Bot. Mus. Leaflets, Harvard University, Vol. 18, Nº 6.
- (52) ..., Función social de los narcóticos y estimulantes en las tribus indígenas de Colombia. (Ms. inéd.).
- (53) Vinales, José de, 1952. Indios Arhuacos. Rev. Inst. Ethnol. 5.
- (54) Wassen, Henry, 1935. Notes on southern groups of Chocó Indians in Colombia. Ethnol. Stud. 1-3, 101-102.
- (55) Wurdack, J. J., 1958. Indian Narcotics in southern Venezuela. Gard, Journ., 116-118.
- (56) Actualmente, según recientes investigaciones realizadas paralelamente en Colombia (estudio de un Vocabulario recogido de un indígena Kunaguasaya del Catatumbo, en el Instituto Colombiano de Antropología y Venezuela (Wilbert, Johannes. *Identificación etno-lingüística de las tribus indígenas del Occidente de Venezuela. Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, Tomo XXI, Enero-Abril, Nº 58, pp. 18-19, Caracas, 1961) podemos deducir que la clasificación del grupo de motilones del Catatumbo corresponde a la Familia lingüística Chibcha.

# LA INTELIGENCIA DE LOS ANIMALES

## ¿ESTA INTELIGENCIA TIENE UNA RESPUESTA ANATOMICA?

MAURICE THOMAS

Miembro de la Sociedad Real de Entomología de Bélgica y de la Asociación de Naturalistas de Niza y de los Alpes Marítimos.

(Traducido del francés por EDUARDO NICHOLLS V.)

### I. INTRODUCCION

La mayor parte de los trabajos sobre la inteligencia de los animales, se refieren casi exclusivamente a las experiencias de laboratorio, mientras que, en lo que a mí concierne, yo invocaré más de una vez, lo que se ha convenido en llamar *anécdotas* y a las cuales me voy a referir a continuación.

Generalmente se rechazan las anécdotas porque existe el temor muy extendido de que quienes las relatan, no son especialistas y por lo tanto están influenciados por su afición por el sujeto observado, y quienes, de acuerdo con la misma creencia, supervaloran los hechos. De otro lado se prevé que por tratarse, por regla general, de hechos excepcionales, no pueden servir éstos para apreciar el nivel intelectual, normal, de la especie a la cual pertenece el individuo (animal o persona), en mención.

A la primera de estas objeciones, yo respondo, que los hechos han sido observados por mí, personalmente, y por lo mismo, doy fe de la minuciosa exactitud hasta de los más mínimos detalles de mis narraciones.

Además, si es inobjetable que los hechos excepcionales no pueden tomarse en consideración para establecer el *nivel intelectual promedio de la especie*, no lo es menos cierto que ellos demuestran *hasta qué grado de desarrollo puede elevarse esta inteligencia*, y que este aspecto del problema, es, así mismo, interesante para apoyarse sobre bases científicas. Los hombres de genio son, ellos también, excepciones; por lo tanto, se debe tener esto muy en cuenta, para establecer el valor intelectual real, de la especie humana. Lo que es verdad para el hombre, no lo es menos cierto para los Animales.

Sería, tener apenas un conocimiento imperfecto del problema, si uno se contentara con juzgar la inteligencia media de los individuos de una especie, sin saber hasta qué grado máximo puede alcanzar esta inteligencia en los individuos excepcionalmente dotados. En cuanto a este aspecto del problema, solo los hechos excepcionales pueden responder adecuadamente. Agreguemos que, muchas de las experiencias conseguidas en el laboratorio, han colocado a los investigadores delante de problemas, que jamás han resuelto con plena libertad, puesto que su mentalidad no ha estado adecuadamente preparada. Por interesante que sea un hecho, su alcance teórico es muy limitado por lo que acabamos de anotar. Este es un punto importante que los teorizantes, han perdido de vista por completo. En psicología, es conveniente sobre todo:

- 1) Tener en cuenta *todos* los hechos y
- 2) No exagerar el alcance de ninguno de ellos.

### *Posición Filosófica del Problema*

La postura apasionada que en todo tiempo ha caracterizado las discusiones relativas a la inteligencia de los Animales, proviene de que siempre se han asociado tales discusiones con problemas filosóficos como: el de la descendencia del Hombre y su colocación en la naturaleza, el del libre albedrío y el de la inmortalidad del alma.

Por una parte, ciertos evolucionistas, materialistas en mayor o menor grado, se esfuerzan en demostrar que el Hombre no es más que el último eslabón, un poco más evolucionado, de una serie ininterrumpida de seres, que provienen los unos de los otros, por vía de descendencia directa. Ellos se esfuerzan en investigar los caracteres comunes al Hombre y a los Animales, en particular a los que están más cercanos de él, anatómica y fisiológicamente; y como el argumento fundamental de los filósofos espiritualistas es, que únicamente el hombre es inteligente, hay necesidad imprescindible de procurar establecer la caducidad de esta objeción, hallando puntos de contacto entre las dos mentalidades y demostrando como habría podido hacerse el paso de una etapa a otra; en otros términos que no hay más que una diferencia de grado entre la psicología del Hombre y la de la Bestia, cuyo principio de la evolución es necesario tener en cuenta, pero en todo caso, de ninguna manera es una diferencia de calidad inexplicable por la hipótesis evolucionista.

Del otro lado de la barrera, están ciertos filósofos y sabios espiritualistas. Se creen impelidos a oponerse a la concepción mecánica de la vida (concepción que, digámoslo de una vez, no resiste a la confrontación con los hechos), y a la descendencia animal del Hombre; ponen ellos todo su empeño en demostrar que hay un abismo infranqueable entre el Hombre y los que han sido llamados sus ascendientes, y como es innegable que existen grandes analogías entre las constituciones físicas del Hombre y de los grandes Antropoides, se refugian (los sabios espiritualistas y filósofos), especialmente en el dominio psicológico y pretenden que la Inteligencia es apenas un dón exclusivo de la especie humana. Y no es que ellos sostengan la exclusividad de la Inteligencia por la Inteligencia misma, sino porque según algunos filósofos espiritualistas, únicamente el Hombre goza del *libre albedrío* y el libre albedrío, sería una de las características de la Inteligencia. Conceder, aunque sea en una dosis infinitesimal, Inteligencia al Animal, sería hacer un ser libre, consciente de sus actos y que debería por lo consiguiente, encontrar la recompensa o el castigo en una vida futura, de ultratumba. Esto sería

ni más ni menos, dotar al Animal de un alma inmortal, que según ellos, solamente ha sido concedida por el Creador, al Hombre.

Esta controversia no data de ayer. Se la encuentra, diseminada, en los escritos de los Filósofos de la Antigüedad. El nacimiento del Cristianismo, complica aun más el problema, como lo atestigua la controversia que ORIGENES, teólogo del siglo tercero de nuestra era, sostuvo con CELSO, filósofo de la escuela platónica, que había exaltado la Inteligencia de los Animales, para concluir que después de la muerte, su destino debería ser el mismo del de el Hombre. Un poco olvidada, durante la Edad Media, la polémica revivió con DESCARTES y su muy famoso Discurso del Método. Nuevamente tomó auge con DARWIN y con el libro de su discípulo ROMANES, "La Inteligencia de los Animales".

Renació, luego con los *Recuerdos Entomológicos* de J. H. FABRE, época en que ocupó un lugar prominente y suscitó discusiones virulentas, cuyos ecos aún se dejan sentir en la hora presente. Se puede decir, en fin, que toda la obra que L. VERLAINE, profesor de la Universidad de Lieja, escribió entre las dos guerras mundiales, tiene como meta primordial, demostrar que el *Instinto no es nada* y que la Inteligencia de los Animales, no difiere, en naturaleza de la del Hombre.

Haciendo, exclusivamente obra de ciencia, yo no pretendo ni criticar, ni defender, la cuestión de la inmortalidad del alma, ni lo que ella pueda implicar.

Además, estoy convencido de que los argumentos que se invocan en favor de la descendencia simiesca del Hombre, sobrepasan el alcance real de los hechos y objetos materiales sobre los que se apoyan. Lo que yo quisiera exponer aquí, es que, a mi modo de parecer, en la manera como ciertos espiritualistas se defienden, hay un error de táctica y, además, una petición de principio que les crea graves dificultades, cuando habiendo poseído el principio de la Inteligencia de las Bestias, deben pasar de la teoría a la práctica, explicar por algo distinto de la Inteligencia, algunos de sus comportamientos naturales o experimentales.

El error de táctica, consiste en tomar la contraparte de los evolucionistas, cuando estos buscan las similitudes entre el Hombre y los Animales. Esta manera de hacerlos parecer, puede significar que aquellos que aplican este método, admiten que *semejanza implicaría descendencia, comunidad de origen*, en el sentido transformista de la palabra, lo que nunca se ha demostrado de ninguna manera. Razonando así, ellos dan de ganar la mejor parte al adversario, puesto que no se puede negar que, anatómicamente, *fisiológicamente* y aún dentro de la psicología misma, hay multitud de similitudes entre el Hombre y los Animales, y que, la naturaleza misma de lo que constituye la vida en el primero, no es diferente de lo que la constituye entre los segundos.

Además de dar a conocer algunas semejanzas, sería conveniente poner en evidencia las disparidades; de las cuales varias implican verdaderas incompatibilidades. La petición de principio, consiste en establecer como regla general "que el libre albedrío es consecuencia ineludible de la Inteligencia, o mejor, que la Inteligencia en cualquier grado y bajo no importa qué forma, engendra necesariamente "libertad y responsabilidad". Esta posición que ciertos filósofos adoptan, los obliga a res-

tringir arbitrariamente el sentido de la palabra inteligencia y a forjar, interpretaciones laboriosas e inaccesibles para hacer encuadrar dentro de su teoría determinados actos de los Animales, en tanto que la exclusividad del libre albedrío en el Hombre, puede recibir una explicación que esté además, en concordancia con los hechos y que pueda conciliarse con la realidad de una cierta dosis de Inteligencia en los Animales.

## II. QUE ES LO QUE LLAMAMOS INTELIGENCIA?

Otro de los aspectos filosóficos del problema que nos ocupa, es saber qué es lo que se debe entender por Inteligencia.

Si consultamos algunos tratados de psicología neotomista, que se escribieron en Europa o América, la palabra Inteligencia debería reservarse al solo poder de captar lo abstracto y lo universal. A mi modo de parecer, esta definición no es aceptable. Si la inteligencia es mera abstracción, la palabra tiene doble empleo con su equivalente: crea un equívoco, una ambigüedad, complica el problema. Es inútil dicho vocablo, y por lo tanto, debería suprimirse simplemente del vocabulario científico como también del filosófico.

Además, no se ha demostrado cabalmente, que aún entendiéndola como tal, no exista la Inteligencia en algún grado en los Animales, puesto que las experiencias obtenidas con Avispas, Abejas, Perros y Monos, han comprobado que estos Animales, llegan a distinguir una forma de triángulo, entre otras formas geométricas, y a guiarse por ella para buscar su alimento, o mediante un color móvil que los conduzca a su nido. Aunque esto no sea sino una abstracción la más elemental, es un hecho del que pueden valerse los evolucionistas. Estas cosas no las han malogrado. Además, no hay necesidad de refutar si el Animal es capaz de abstraer, puesto que sus nociones instintivas son, necesariamente, abstracciones. Cuando una Araña orbicular, teje su primera tela, el conocimiento que ella tiene del plan a seguir en su tela, y del método a realizar, es abstracto, puesto que jamás ha visto alguna representación concreta de la tela.

Por otra parte, si la descripción generalizada del plan y del método seguido, se aplicara a todas las telas orbiculares, también es verdad que aun dos telas consecutivas fabricadas por un mismo individuo, no se superponen jamás, exactamente, y que el método sufre, a menudo, variaciones diversas, imprevisibles para el observador. Es pues manifiesto, que al tejer una trampa (tela), el individuo aplica una noción generalizada, que al concretarse, no se realiza sino a medida que su labor avanza, puesto que adapta los detalles a las condiciones de la hora, o aun, las modifica, según como lo juzgue conveniente en el momento mismo.

Algo parecido puede decirse del conocimiento que tienen las Avispas *predatrices* de las víctimas que ellas sirven como presas a sus larvas. Cuando se observa una Amofilia en cacería (en acecho), sus maniobras revelan que no es atraída directamente hacia un lugar preciso por una presa que ve o que siente sino que busca una cualquiera que difícilmente descubre, a menudo, después de largas escarbaduras en el suelo. Que los actos de la Avispa están dirigidos por una intención, es lo que

los autores Aristotélicos, no niegan<sup>1</sup>. Ahora bien, uno no puede tener intención de hacer una cosa, sin conocer el objeto de esta intención. La lógica implica que puesto que la Amofilia conocía la Oruga (larva) y la observación ha revelado que este conocimiento es abstracto, porque es un hecho que a falta de la especie generalmente sacrificada, ella se lanza sobre otras de aspecto, costumbres y habitat muy diferentes. Es así como FABRE, encontró entre las patas de la *Amofilia hirsuta*, que caza las Larvas de *Agrotis*, escondidas bajo tierra, una Larva de *Dicranula vinula*, especie de forma y coloración muy extravagante, que se encuentra sobre sauces. Yo mismo, he conseguido muchas paralizaciones por *Amofilia sabulosa*, con especies diferentes encontradas no importa donde. Que la Avispa está ayudada en sus luchas por la vida (o búsquedas por la vida), por el olfato o por otro sentido, desconocido por nosotros, lo ignoramos. Lo que es cierto, es que tiene un conocimiento abstracto generalizado de sus presas, que se aplica a un vasto grupo de especies dispares.

Por cierto que hay entre este conocimiento instintivo y la abstracción propiamente dicha, una diferencia importante: El Instinto es una noción, innata, que el individuo hereda de sus progenitores; la abstracción es una creación de la Inteligencia individual. Tal como lo ha demostrado la experiencia sobre las formas geométricas, puede haber una combinación de los dos (Instinto e Inteligencia), puesto que en ello hay una indicación cuyo sentido no puede desconocerse y que prueba que es un error el querer hacer de la abstracción una característica de la mentalidad humana. Así, aparece, la inutilidad de esta especie de subterfugio que consiste en restringir el sentido de la palabra Inteligencia y en no aplicarla sino a una sola función mental. Pero la Inteligencia no es solo eso. En término literario, y digámoslo también en el lenguaje popular, la palabra designa aptitudes diversas que revelan un trabajo del espíritu; y el vulgo con su buen sentido, en ningún modo desprovisto de una cierta agudeza de observación, tiene la razón en contra de los filósofos: "Estos hombres que aman mucho más que una verdad que todo el mundo acepta, un absurdo". Nos lo decía CONDILLAC quien era en sí mismo un filósofo notable.

De un niño que cumple bien los encargos de víveres que se le hacen, cuando se le manda a que lo haga, se dice que es inteligente aunque no hubiera tenido necesidad de abstraer para cumplir su comisión. Pero él debe poner atención a las órdenes que recibe, repetirlas exactamente cuando va a la tienda, vigilar porque el tendero no lo engañe.

Los niños reputados como "terribles" porque cuentan a terceras personas las conversaciones, sostenidas por otras en su presencia y mientras que se les creía absorbidos en sus juegos, también son calificados como inteligentes. En realidad, un verdadero trabajo del espíritu está en acción, en el primer caso como en el segundo

<sup>1</sup> Recuérdense los movimientos del Gato, cuando está en acecho a la puerta de la despensa; el ejemplo de la Mona, que lima las uñas al gato; las operaciones maravillosas de las Abejas, de las Hormigas, de las Mariposas, etc....

Puede uno negar de buena fe que estos movimientos son intencionales hasta ciertos límites?

(Cardenal Mercier, Curso de Filosofía, Vol. III, Psicología, T. I, p. 347).

y que no puede atribuirse ni al Instinto, ni a lo que se ha convenido en denominar la Intuición. El niño ha debido poner atención a lo que se decía a su alrededor (poniendo en ello, a veces un disimulo intencional), luego, llegado el momento, debe recordar aquellas conversaciones; y repetirlas con frecuencia con un poco de intencionada picardía, etc....

Estos niños, tienen, como se dice, el "espíritu atento". Ahora bien, si no hubiera aquí algún proceso de abstracción, el "espíritu" considerado como el autor de dichos procesos, no puede identificarse sino con la Inteligencia, en el cabal sentido que conviene dar a esta palabra, si se quiere ver en tal vocablo algo distinto que el simple sinónimo de otro creado para designar una facultad mental única. La Inteligencia, recordémoslo, no es el patrimonio exclusivo del Hombre.

Otra prueba, más precisa aún se ha verificado, cuando un individuo que siente un efecto, se muestra capaz de descubrir y de comprender la causa de él. Aquí, interviene un poder de deducción, que es, sin refutación posible, una función de la Inteligencia.

### III. PRUEBAS DE LA INTELIGENCIA EN LOS ANIMALES

Los animales son igualmente capaces de procesos complejos de elaboración, que exigen la colaboración de la memoria, de la atención y de la comprensión. Mis perros me han dado numerosas pruebas, algunas de las cuales son muy concluyentes.

Primeramente, voy a referirme a dos perritos Griffón, que vivieron en nuestra compañía durante una buena quincena de años.

Quando me asaltaba el deseo de pasearlos, estando aun ocupado en algún trabajo y sin que nada más que mis palabras tradujeran mi intención, yo le decía a mi esposa: "Viste los perros, voy a sacarlos", al instante saltaban de la caseta en la que tenían aire somnoliento, indiferentes por lo tanto a lo que ocurría a su alrededor y se precipitaban sobre el armario donde se guardaban los vestidos que se les ponía en tiempo de lluvia y de frío. Eso lo hacían espontáneamente, aún antes de que su ama, ocupada a veces en sus propios quehaceres, me pidiera que yo los vistiera. Solamente, si ella se demoraba demasiado o si yo no me levantaba rápidamente hacían notar su impaciencia por aullidos y trepidaciones.

Esta forma de hacerlo, nos revela que los perros habían adquirido por sí mismos ya que nadie había hecho algo por inculcárselo el conocimiento de los significados de toda una serie de palabras de la lengua francesa. En efecto, no solamente respondían cuando se les llamaba por sus nombres, sino que también sabían que "los perros" (les chiens), eran ellos. No los designábamos por la palabra perro, sino al hablar entre nosotros solos, sin dirigirnos jamás directamente a ellos. Por lo tanto, meneaban la cabeza cuando yo preguntaba: "¿Dónde están los perros?". Además sabían también lo que significaba "salir", "vestirse" y comprendían el sentido de un gran número de otras palabras.

Estos dos individuos en mención, me dieron otras muchas pruebas de inteligencia, entre las cuales, una se puede clasificar entre las más contundentes.

Se trataba de un perrito Griffón, que mi esposa poseía desde varios años antes de nuestro matrimonio, y que era todo menos que dócil. En una de las primeras veces que lo saqué a pasear, se condujo tan mal que hube de administrarle una paliza. Los gestos que hice fueron grandes y mi voz gritona, pero los pocos latigazos que le propiné en su parte trasera, ciertamente, no le hicieron ningún mal. Aunque no importa, el procedimiento le molestó pero, tan pronto como le hubo cesado la molestia, emprendió el galope, hacia la dirección de la casa. Advertida por los ladridos que lanzaba al pie de la puerta, sin lograr hacerse oír en el interior, una persona que habitaba el inmueble de enfrente, salió al verlo golpear la puerta, pero ya el perro había desaparecido. Vino a aparecer no muy lejos, acompañado de nuestra criada de servicio.

Desesperado por atraer la atención por sus ladridos, se rindió en la casa de nuestra criada de adentro, quien vivía a un centenar de metros, en un edificio cuyo piso bajo servía de almacén. Una puerta de garaje, abierta permanentemente, daba acceso a un corredor donde terminaba la escalera que conducía a los pisos. Atraída por sus ladridos Rosalía (este era el nombre de la criada), abrió la puerta de su morada y constató asombrada que el perro estaba solo, quiso hacerlo seguir, pero él rehusó. Creyendo encontrarnos en el almacén, ella siguió al animal que la tiraba de su falda y la conducía directamente a nuestro domicilio, donde, naturalmente, golpeó. Rosalía regresaba en el mismo momento en que yo entraba.

Dejo al cuidado del lector desprevenido, la reconstrucción de los razonamientos que atestiguan el comportamiento de mi perro, en un incidente en el que yo en persona fui uno de sus protagonistas.

Psicólogos eminentes, han emitido la opinión de que el animal enfermo, no comprende la utilidad de los cuidados que se le administran. Eso no es verídico sino con ciertos individuos y en determinadas condiciones, si los cuidados otorgados, por ejemplo, no tienen como efecto inmediato calmar un dolor o una simple molestia. El individuo carece entonces de base material de apreciación. En el caso contrario, algunos comprenden y por consiguiente, saben solicitar la ayuda útil.

Lo que en seguida paso a narrar, me sucedió con uno de mis perros, lo que me suministró evidente prueba:

Sufría de constipación y de diarrea crónica que le provocaba contorsiones, gorgoteos y dolores intestinales. El veterinario ordenó practicarle lavados. Al principio, el pequeño enfermo se mostraba recalcitrante pero después de tres o cuatro experiencias, cuando los dolores aparecían de nuevo, él mismo venía a solicitar el remedio a su amo. Gemía como saben hacerlo los perros cuando imploran algo: "Es que quiere un lavado", comentábamos y corría hacia el mueble en donde había visto encerrar los utensilios, agitaba la cola, trepidaba y golpeaba la puerta del armario. Seguía los preparativos y desde que se llenaba la vasija con el agua preparada, sin que fuera necesario insinuarle, saltaba sobre la silla, colocada cerca de la puerta que da al jardín y presentaba su parte posterior; una vez que se le hacía el remedio, corría dichoso del alivio recibido, dando así testimonio de su alegría. Aunque desconfiaba enfrente a personas extrañas, entró pronto en amistad con el veterinario Duverdyn, después de haber sido curado tres o cuatro veces por él.

No es pues, cierto, claramente que había comprendido inteligentemente la razón de ser de los cuidados de que se le hacía objeto y que era a la iniciativa del veterinario a quien se los debía?

No es pues esto una prueba clara de que habiendo sentido el alivio que dichos cuidados le procuraban, tenía que remontarse del efecto a la causa, evidente prueba de su trabajo intelectual?

Lo que se denomina "Asociación de sensaciones", es cosa común y corriente en psicología animal y algunas de ellas pueden explicarse sin la intervención de la inteligencia. Pero hay en los hechos que acabo de relatar, mucho más que una simple asociación de sensaciones; hay una agudeza de observación y un sentido de comprensión. En lo que atañe notablemente a la comprensión de las palabras, sin darse una cuenta de que en el caso de encontrarse en un país extraño, después de algún tiempo se han asimilado ciertos elementos del idioma que se oye en las conversaciones de sus habitantes; y que uno comprende el cabal significado de las palabras por los gestos hechos por las personas y por los objetos que las rodean.

Nadie osará negar que el aprendizaje realizado de tal manera, exige el concurso de las facultades que son de orden intelectual. Ahora bien, lo que es verdadero para el hombre porque no puede ser verídico para los animales, en este campo particular.

No obstante, varios autores se obstinan en rechazar toda inteligencia al animal, y como una negación de principio no puede ser suficiente, es necesario responder a los adversarios cuando citan hechos precisos, que ellos forjan laboriosas explicaciones, tanto más inaceptables, un ejemplo de ellas se da en el volumen de H. GRUENDER *Psicología Experimental*.

El hecho, analizado por Gruender, es uno de los célebres experimentos de Koehler, sobre los Monos superiores. El sujeto, un Chimpancé, llamado Sultán, fue encerrado en una jaula de barrotes; alrededor de ella, se colocó un banano. Para alcanzar al banano y traerlo hacia él, Sultán dispone de dos trozos de madera, que intencionalmente, se hicieron muy cortos, pero fueron cortados de longitud desigual, y de manera de poder encajar el uno en el otro para alcanzar el objetivo.

Durante casi una hora, Sultán bregó con un solo trozo y luego, poniendo un trozo sobre el otro, alcanzó a tocar la fruta. Este procedimiento, es lo que Koehler denomina "una buena falta", porque por lo menos, marca la idea de emplear los dos palos. Sucedió que uno de los trozos fue colocado muy lejos y se encontraba fuera de su alcance. El observador, se vuelve hacia el Mono y trata de sugerirle la buena solución, introduciéndole una caña en su dedo índice, bajo la mirada del Mono. No produjo ningún efecto. Sultán se desinteresó por completo del banano y se puso a jugar distraídamente con las cañas. Entonces sucedió que por casualidad, la caña más delgada se introdujo en la otra. Viendo Sultán tal cosa, se precipitó hacia el banano y logró traerlo con la caña doble.

GRUENDER, quien no quiere admitir la intervención de la inteligencia, ofrece como explicación de este hecho, la que sigue: En eso, no ha visto, en el Chimpancé, la percepción de la nueva relación creada por la prolongación del útil. Servirse de un trozo de madera, es, para un Mono, un acto natural, un acto instintivo;

precipitarse hacia un fruto, es, igualmente, el producto de un impulso en el cual, no tiene participación alguna la inteligencia. Sultán, había obedecido a incitación semejante, antes de la unión de los dos palos; era el simple despertar de este impulso, lo que habría ordenado su nueva tentativa, después de la accidental combinación de las cañas.

Puede ser exacto, quizás que el empleo de un delgado madero, sea para un Mono, un acto que no requiere reflexión alguna, y si es cierto que la vista de una fruta, es suficiente para crear un impulso sin razonamiento, la explicación del hecho, está en positiva contradicción, no solamente con el conjunto de los sucesos relatados por Koehler, sino con los hechos generales, de la psicología animal. Cuando un individuo abandona un objetivo después de varias tentativas inefectivas, posee ya el recuerdo lo suficientemente persistente, de su insuceso para no reincidir en ello.

Si se perturba una Araña, colocando contra su tela un diapasón vibratorio, ella acude y se comporta como si se tratara, evidentemente de una presa sin ningún beneficio. Eso dura un determinado tiempo pero después de un cierto número de experimentos, variables según los individuos, hace la discriminación entre las vibraciones ocasionadas por una presa y las producidas por el diapasón, y deja de venir hacia su tela cuando este diapasón se hace vibrar, al par que, acude inmediatamente, cuando se trata de un insecto; lo mismo ocurre con un insecto muy fuerte para quedar atrapado; se desinteresa totalmente de él y lo deja debatirse hasta que logra liberarse; a veces ella misma, corta los hilos que lo retienen.

Algo parecido, sucede en un acuario de vidrio, dividido en dos por una división hecha del mismo material, se coloca un pez Lucio, en uno de los compartimientos y un pez pequeñito en el otro; el Lucio se precipita hacia el otro pero no acierta sino apenas a golpear violentamente la trompa contra el tabique. Después de algunos ataques sin resultado positivo, la educación del carnívoro se ha logrado tan bien, que se puede quitar la división; él no tratará ya de capturar a su compañero, al que ha dejado de considerar como una presa posible, aunque siempre continúa alimentándose de las demás víctimas semejantes que se le ofrezcan.

Sería asombroso que un Chimpancé estuviera mucho menos bien dotado de memoria de esta clase, que una Araña o un Pez. Ateniéndose a los hechos arriba relatados, uno estaría obligado a creer, que puesto que Sultán, ha apercibido la nueva relación, resultante del ensamblaje de las cañas, ha renovado su tentativa. Pero lo que es más característico aun, es que la experiencia fue comenzada desde el principio, varias ocasiones y que, en cada una de ellas, Sultán después de varios intentos con una sola caña, reunió las dos, cada vez, y alcanzó su objetivo. Y cuando, se modificaron las circunstancias, de tal suerte que fueron necesarias tres cañas en lugar de dos, se lanzó a hacerlo sin mayor dificultad.

Por último, cuando se le dieron dos cañas de diámetros iguales, nunca ensayó acoplarlas; una sola mirada le fue suficiente para darse cuenta de la inutilidad de tal ensayo.

Estas experiencias, colocan, pues, el problema, en el sentido de un cierto grado de comprensión en el ani-

mal, porque aunque pretenda el eminente autor de la psicología Experimental (Experimental Psychology), no se puede ver en ese comportamiento notable, el resultado de una simple "asociación motriz nueva" de tipo sensorial adquirida por un hecho debido a la casualidad. Una asociación semejante no se forma en *una sola experiencia*; tampoco en otras condiciones con las restantes experiencias, sin la ayuda de la comprensión (visión interna). Si no hubiera tenido comprensión, Sultán habría ensayado en varias ocasiones, por lo menos, acoplar las dos cañas de diámetros iguales. Puesto que, una sola mirada le fue suficiente para abstenerse de hacerlo, era porque comprendía el significado de la inutilidad de tal tentativa. Esta comprensión indica una cierta dosis de inteligencia.

Bella y Loulouette, otros dos de mis perros, que nos acompañaban en las vacaciones, dieron otra prueba del espíritu de comprensión: era suficiente que nuestras maletas fueran depositadas en un cuarto del hotel al que teníamos que llegar guiados por el botones, debido a la complicación del laberinto de los pasillos. En el Hotel Terminus-Nord o en el París-Lyon-Palace, de París; en el Hotel Crillon, en Aviñón; en un gran Hotel de Marsella cuyo nombre escapa a mi memoria, y en donde quiera que tuvimos alojamiento como pasajeros, por primera vez, pudimos observar en nuestros perros este espíritu de comprensión y esta memoria. Si el apartamento quedaba situado en el segundo piso, subían directamente por la escalera; si estaba situado en uno de los pisos más altos, se dirigían a la puerta del ascensor y al salir de él nos conducían a nuestro cuarto; esto ocurría en la primera salida que hacíamos después de nuestra instalación en el apartamento.

La primera tarde que pasamos en Aviñón, una vez que nuestros equipajes fueron llevados a un apartamento del primer piso del Hotel Crillon, visitamos el parque en donde se encuentra la estatua de Fabre. Mientras nosotros caminábamos sobre el famoso puente, Lolouette danzaba y al caer la tarde emprendimos la marcha de regreso al hotel. Caminábamos charlando mi esposa y yo; al perro lo habíamos dejado suelto y nos precedía unos cuantos pasos, cuando, súbitamente me di cuenta de que había desaparecido. Partí corriendo hacia adelante y al pasar por el Hotel el portero que me reconoció, al ver mi aire intranquilo me preguntó: "¿Usted viene a buscar su perrito, señor? él acaba de entrar y lo está esperando en la escalera". Yo no había reconocido el hotel; Lolouette, en cambio, no se había engañado a sí mismo. Era, apenas, su segundo viaje a Aviñón, la escala segunda después de una breve estadía en el Hotel Terminus-Nord de París; dos experiencias le fueron suficientes para hacerle comprender el mecanismo de los viajes y de las estadías en los hoteles; su memoria de los lugares, a juzgar por la puesta en práctica de este conocimiento, adquirido tan rápidamente, era evidente.

La ausencia de lenguaje conceptual no es suficiente para comprobar la total inexistencia de algún grado de comprensión en los animales. Según Gruender, no habría nada de sorprendente en que se lograra enseñar a pronunciar palabras a un Chimpancé porque se educa también a los loros y a otros animales, que llegan a hacerlo. Pero esta es una razón completamente falsa, porque los loros y otros pájaros que aprenden a hablar, no tienen el aparato bucal constituido en la misma forma que el del Chimpancé.

Yo no puedo decir nada acerca de los Monos porque no he tenido la ocasión de observarlos de cerca, minuciosamente, pero no necesito hacer mucho énfasis al sostener que si los perros no aprenden no ya a disertar sobre las cosas sino a expresar por medio de palabras sus necesidades, es porque su órgano bucal no se presta para la emisión de sonidos articulados. He conocido varios perros que, si se les solicitaba cantar, hacían verdaderos gorgoros, y cuando los míos me solicitan algo y yo les digo "hablad", son visibles los esfuerzos que hacen y los sonidos que emiten; que si no articulan las palabras necesarias es porque un obstáculo invencible, de origen únicamente mecánico, se los impide. Las razones invocadas por Gruender están inspiradas primordialmente por el partido, tomado de antemano, de negar la inteligencia al animal y por otra parte, él ha observado muy poco los animales. Por lo tanto, tales razones no pueden ser seriamente tenidas en consideración.

Así también como ciertos filósofos, muchos sabios han tratado de reducir las facultades intelectuales de los animales a simples funciones fisiológicas. PAVLOV no tenía otra mira, cuando inventó sus famosos "reflejos condicionales", llamados actualmente "condicionados", que no tienen nada en común con los verdaderos reflejos. Considero que vale la pena que la cuestión se detenga aquí:

Primero que todo qué es un reflejo?

Si coloco mi mano sobre una superficie caliente, ella se retira antes de que yo hubiera pensado algo o hubiera querido hacer algo; se retira, pues espontáneamente. Una luz viva alcanza mis ojos; instantáneamente los párpados se cierran. Estos hechos se realizan frecuentemente, sin que tengamos noción de ellos.

Hay un caso aún más dicente: Con la punta de una aguja pinchemos ligeramente un dedo de una persona dormida; la mano se retira sin que el durmiente se despierte; él no tiene ninguna conciencia de lo que le ha sucedido durante el sueño.

La Psicología describe el proceso según el cual se verifican estos actos. Para el Psicólogo debe estar presente que: el organismo de un ser viviente, realiza ciertos actos sin quererlo, sin que lo sepa, sin que intervenga todo aquello que constituye su personalidad psicológica; su inteligencia, su instinto, su voluntad. Es a esos actos mecánicos, inconscientes, a los que se les denomina *los reflejos*.

He aquí otro grupo de fenómenos:

El fisiólogo ruso PAVLOV, atrás mencionado, hizo el siguiente experimento: se enciende una luz cualquiera en presencia de un perro; el animal permanece completamente indiferente. De repente, poco después de encendida la luz, se le lleva en cada ocasión un alimento, una golosina. Después de varias repeticiones de esta sucesión de hechos, el perro no espera siquiera la aparición de la persona que le lleva el presente; él manifiesta su impaciencia desde el momento mismo en que se enciende la luz. Si más tarde, se continúa encendiendo la misma luz pero sin llevarle su regalo, el perro atenúa poco a poco sus manifestaciones y al cabo de un determinado tiempo la aparición de la luz vuelve a serle indiferente por completo.

A estas manifestaciones del perro, después de la aparición de la luz y cuando ella anunciaba la venida de la comida, es a lo que Pavlov ha denominado los "re-

flejos condicionados". Estos fenómenos son, por lo tanto, de un orden completamente diferente a los simples reflejos. Para que sean reflejos simples, es necesario que se ejerza sobre el animal una sensación brusca, suscitando en él un movimiento inconsciente y también involuntario, bien en la respiración o en la circulación de la sangre. Ahora bien: las primeras veces que se enciende la luz, tan pronto como son percibidas por el perro, no le ocasionan ninguna reacción de su parte. Su influencia psicológica es, pues, nula. Por qué si es nula al comienzo, no cambia de naturaleza al final, puesto que, poco después de que se deja de llevarle la golosina, el individuo viene a ser nuevamente indiferente? La fisiología no es la causa de este proceder; por el contrario, la acción de la Psicología es manifiesta. El perro, para el que la luz nada significa al principio, sobre la cual no tiene ninguna influencia fisiológica o de otro género, ha notado que el *encendido de la misma* era seguido constantemente por *la aparición de quien le llevaba la comida*; ha sacado la conclusión de que el primero era la señal de la segunda. Su conducta está determinada por un juicio que él ha elaborado, sobre una cosa que ha aprendido a conocer. Los llamados reflejos condicionales, no son reflejos sino conductas de la inteligencia.

Semejantes hechos se observan en la especie humana. En el regimiento, cuando el llamado del clarín anuncia la hora de comida, los reclutas novicios que ignoran el sentido, no se diferencian gran cosa del perro cuando por las primeras veces se enciende la luz. Pero desde que llegan a conocer el significado del toque del clarín (significado especial), desde que lo sienten, se dirigen hacia el lugar en donde se les sirve su alimento: obran siempre como el perro.

Es cierto que para PAVLOV, todo es reflejo: Si perseguimos un ideal —si tenemos la manía de coleccionar algo, no importa qué sea—. Estamos atentos a lo que se llama "reflejo de miras" y nos esforzamos en descubrir los objetos que nos interesan, tan conscientes como estemos de ello; son los "reflejos de aprehensión", etc.

Como puede verse, se nos invita a suprimir no solamente la psicología animal, sino algo más importante aún.

Los llamados "Animales inferiores" son igualmente capaces de proezas que exigen un trabajo intelectual. VERLAINE y yo hemos experimentado con mariposas. He aquí un resumen de las experiencias de VERLAINE:

Mariposas recientemente salidas de sus crisálidas, eran encerradas en una caja, de donde se les sacaba para presentarles una cuchara que contenía agua azucarada u otra sustancia nutritiva. Antes de abrir la caja, se golpeaba tres veces con un lápiz y se pudo constatar que:

- 1º 8 individuos reaccionaban a los golpes dados a la caja, los mejor dotados a la experiencia décimaprimer, los menos dotados a la quincuagésimasexta. Al abrir el cofre se les encontraba explorando el espacio, con toda su trompa alargada delante de ellos.
- 2º Otros diez habían desplegado su trompa a la apertura de la caja, desde que la claridad sucedía a la oscuridad, la más inteligente a la operación séptima y la más lenta en comprender, a la operación cuadragésima (40ª).



Otros hechos demostraron que estos insectos (*Pieris rapae* L.), aprenden a conceder un significado biológico a diversas percepciones que preceden al momento en que serán alimentados. Ellos aprenden; por lo tanto, son, pues, aptos para adquirir verdaderos conocimientos; están dotados de una cierta dosis de inteligencia.

Queriendo verificar la naturalidad del estiramiento de la trompa, así como el conocimiento de las flores por las mariposas, he experimentado con algunas del género "Vanessa" (*V. atalanta* L., *V. urticae* L.) a las que había quitado las caparazones de las crisálidas, para poder observar todo, desde el primer gesto después de su salida. Las mariposas que desde el principio volaban hacia las ventanas cuando se les abría la caja, comprendían pronto la inutilidad de esa tentativa de escaparse, y yo aproximándoles mi mano, les hice montar sobre mis dedos y así las llevé, bien hasta un platito que contenía un terrón de azúcar humedecido, o bien hasta una flor del jardín, sin que intentasen escaparse. Colocadas sobre las flores, espontáneamente desarrollaban su trompa y buscaban el cáliz. Con un terrón de azúcar cerca, les hacía desarrollar su trompa valiéndome para ello de un alfiler y las impulsaba a colocar la extremidad de la misma trompa sobre el azúcar; pero muy pronto fui liberado de esta obligación y mis ejemplares se anticipaban espontáneamente a desarrollar su órgano después de varios actos indicativos; por lo general más rápidamente que los ejemplares de Verlainne. En cuanto a los que no podían realizar la acción relatada (estirar la trompa), sus fracasos se debían a una deficiente conformación orgánica, lo que los condenaba a la muerte por inanición. La deficiencia orgánica consistía en el hecho de que las extremidades de las dos partes de la trompa no estaban soldadas y por lo tanto ella no podía desempeñar su oficio de succión. Estos casos son para considerar cuidadosamente, toda vez que se sostiene que son fallas o rebeldías del instinto. Otro aspecto de estas experiencias es el que se obtiene pronto de las mariposas, cuando éstas no se fugan al acercarles la mano para tomarlas.

Se pretende que su huida es un fenómeno mecánico: el desplazamiento del aire, producido por la aproximación de un cuerpo, crearía una hipertonicidad que conduce a una contracción muscular; las patas se replegarían automáticamente y el insecto, casi desprovisto de su equilibrio, se volaría. Si tal fuera la causa de la fuga, el aprovisionamiento sería imposible porque la hipertonicidad se produciría en cada acercamiento de la mano. Nada de esto es cierto. La huida se hace, pues, bajo el control de la voluntad. Según la teoría ya expuesta, un soplo de aire conduciría cada vez al vuelo de todos los insectos sometidos al influjo de la hipertonicidad. Sin tener en cuenta cualquiera que sea el observador, nada de eso es cierto.

Además, tengo que agregar aquí, que los hechos que dejo descritos arriba fueron observados por mí en 1933 y renovados en el año de 1949, en Aspremant (Alpes Marítimos) con una mariposa *Charaxes jasuis*. Me permito remitir al lector a la parte Bibliográfica, en donde doy cuenta de mis observaciones.

Otros animales pequeños se han revelado también capaces de proezas intelectuales. Las Arañas y las Avispas, que viven en sociedades, especialmente.

He aquí otra experiencia de VERLAINE. El buscó un nido de Avispas sociables con todos sus habitantes y

lo instaló en su oficina, sobre una mesa cerca a la ventana. El nido estaba colocado en una caja, de donde salían tres tubos de cartón, los cuales terminaban en la ventana, por fuera de los vidrios, pasando por tres orificios que previamente habían sido perforados en dichos vidrios. Dos de estos tubos conducían a un saco terminal; sólo el tercero tenía entrada a la caja. La extremidad del tubo bueno se envolvió en una hoja de papel que tenía una forma geométrica cualquiera, pintada (en el caso que nos ocupa se trataba de un triángulo); los otros dos tubos llevaban también hojas de papel en sus extremos pero con una forma distinta.

Las Avispas que, al principio ensayaron los tres tubos, reconocieron pronto el que les servía y desechaban los otros. Cuando adquirieron el hábito, se cambió el dispositivo: uno de los tubos con saco terminal, ocupó el lugar del tubo útil y éste se cambió también de lugar.

Transcurrió algún tiempo después del cambio de emplazamiento del tubo. Luego de varias repeticiones de tal perturbación, las Avispas habían comprendido: desde el exterior se orientaban directamente sobre el tubo que llevaba el triángulo, cualquiera que fuera el lugar que dicho tubo ocupara.

Yo, personalmente, he hecho el experimento siguiente: tapé con una piedra la entrada de un nido de Avispas, instalado en un tallo herbáceo. Las Avispas se contentaron con perforar, primeramente una abertura por debajo de la piedra; pero después de tres o cuatro repeticiones, no solamente restablecieron la entrada al pasillo antiguo, sino que construyeron un segundo pasillo que terminaba a unos 40 centímetros del primero. Así, cuando se les taponaba una de las entradas, podían entrar inmediatamente por la otra.

Estos comportamientos y muchos otros (podría multiplicarlos indefinidamente) demuestran que el animal comprendía la situación que le creaba la persona que hacía el experimento y encontraba, también, la forma de remediar los inconvenientes que le resultaban de tales experimentos. Esto no puede ser posible sino gracias a la intervención de facultades que se integran en el dominio de la Inteligencia. No se trata de humanizar al animal, ni mucho menos de animalizar al hombre; simplemente es necesario, llegar a atribuir a cada uno su verdadera naturaleza. La observación y la experimentación, demuestran que individuos bien dotados existen entre todos los órdenes zoológicos, que son capaces de reaccionar ante circunstancias anormales, de observar, de deducir las consecuencias de lo que ven, de remontarse de un efecto a su causa. *Son, en una palabra, inteligentes.*

El decir que son inteligentes, implica necesariamente que se les reconozca el libre albedrío?

#### IV. EL LIBRE ALBEDRIO

Tenemos que repetir, que,  *semejanza* no implica en manera alguna,  *descendencia*.

De otro lado, hay entre las dos mentalidades, la del Hombre y la del Animal, una diferencia principal que reside en los papeles desempeñados, en el uno y en el otro, por las facultades intelectuales; diferencia que radica en un dominio de la acción, en el cual se puede ejercer la Inteligencia del Hombre, pero que está impedido a las facultades mentales de los Animales.

Para quien haya observado con detenimiento a los Animales, es evidente que su actividad se gasta únicamente en satisfacer sus materiales necesidades de la vida y que, para la realización de estos fines, que les son impuestos por esas necesidades comunes, aplican siempre los mismos procedimientos. Estos procedimientos constituyen sus costumbres específicas, procedimientos que ellos no cambian sino en los detalles para adaptarlos a las circunstancias, o a veces, debido a un capricho del momento, cuya causa no siempre es visible para nosotros.

De lo anterior, es indispensable concluir que la Inteligencia de los Animales no está en la medida de las miras que a ella se le asignan. Es más, se la cree de una cierta capacidad en la aplicación del conocimiento instintivo, que ella tiene por misión casi exclusiva, realizar prácticamente. Si es verdad innegable que el libre albedrío tiene su fuente en la Inteligencia, es verídico también que la Inteligencia de los Animales es impotente para crear en ellos más que una libertad restringida, confinada a los medios que deben aplicar para realizar los fines que les son impuestos por su instinto específico. Esta interpretación está estrictamente de acuerdo con lo que nosotros observamos en ellos: uniformidad en los fines de la acción general, relativa libertad, únicamente en los procesos de realización.

Podemos, por consiguiente concluir:

- 1º Que los Animales no *inventan* ni *razonan* los alcances de su actividad, pero que estos alcances les son impuestos por las necesidades generales que la vida crea y por las necesidades especiales a su constitución específica, pero que ellos no se asignan a sí mismos otros fines.
- 2º Que ellos no razonan el procedimiento específico de realización, sino en los detalles de aplicación, en relación con las condiciones del momento.
- 3º Que tienen el sentido de su bienestar y que, a juzgar por la manera como lo hacen los que viven con el Hombre, demuestran que son capaces de atención, de observación y de comprensión, suficientes para hacer en su provecho lo que esté en su poder de *captar* en razón de las posibilidades que su constitución oculta; que allí se detiene el poder de sus facultades intelectuales y que ellos no disponen de imaginación creadora.

El comportamiento de los Monos es muy significativo a este respecto. Cautivos, son aptos para aprender muchas cosas; llegan hasta conducirse casi humanamente, si son admitidos en el círculo familiar. Pero hasta aquí han adquirido esta concepción: no tratan de hacer beneficiarios de su progenitura a quienes los han conseguido por su propia cuenta. Presos se levantan, exactamente, lo mismo que los Monos que viven en libertad completa en la selva.

Tenemos otra prueba. En la India, en donde los Monos son respetados, sus hordas viven, a menudo, en las vecindades de las aglomeraciones humanas y sucede que entran a sus moradas, asolando los cultivos. Ellos tienen ojos para ver lo que sucede y sus manos prensiles les permiten, muy bien, realizar trabajos. Internados de nuevo en los bosques o las campiñas, ninguno ha pensado jamás en copiar, de lejos o de cerca, lo que han visto en las ciudades; ninguno ha pretendido jamás mejorar su género de vida, ni se preocupan por la suerte

futura de sus pequeñuelos, preocupación exclusiva del Hombre.

De todo ello, se deduce muy claramente que la Inteligencia de los Animales no tiene otras directrices que las que le impone el Instinto, del cual ella es tributaria estrictamente y también auxiliar, y que su actividad es visiblemente intencional —como lo admite el Cardenal Mercier— puesto que aunque es *inteligente* no es *constructivo* en sus actos y por lo tanto no puede tenerse como *responsable de ellos*.

Este estado de cosas nos induce a inventar un término especial para distinguir la Inteligencia del Animal, de la del Hombre? En absoluto.

Aristóteles reconoció la *Inteligencia formal o especulativa*, esto es, que puede especular sobre sus fines, sobre las metas que ella se ha creado; la *Inteligencia práctica o Analógica*, que no dispone sino de los objetivos que ha de alcanzar “alrededor de sí misma”, lo que se traduce, prácticamente, ahora que conocemos el principal factor de la psicología animal, en “los objetivos instintivos”. Esto se debe confrontar con lo que dice el R. P. THIELMANS, quien divide la vida en tres grados:

- 1º La vida vegetativa, que caracteriza a las plantas.
- 2º La vida instintiva o animal.
- 3º La vida intelectual, propia del hombre.

Cada grado o “*faceta de la vida*” goza, además, de la característica que le es propia, de una facultad auxiliar, analógica de la que caracteriza a la faceta que le es superior. Esta clasificación, atribuye, pues, al animal, la inteligencia práctica o analógica.

Así se puede resolver, científica y filosóficamente, el problema de la Inteligencia en los Animales.

Será necesario decir que lo mismo no sucede en el Hombre. Sin duda alguna, nosotros estamos sujetos a las mismas necesidades vitales que los animales y esto ha creado, entre ellos y nosotros, una comunidad de cuidados y de sentimientos y por qué no decirlo una vez más, un cierto antropomorfismo, en psicología comparada. Pero nuestra actividad no se gasta únicamente en satisfacer las necesidades materiales; nuestra Inteligencia no se da tregua una vez que estemos satisfechos.

No solamente ella razona los medios —variados, no específicos— para satisfacer las metas instintivas que nos gobiernan como gobiernan a las bestias, sino que pondera estas metas, en sí mismas; nos puede incitar a marchar a su encuentro por razones de orden más o menos elevado, razones que nosotros mismos creamos y que no son de naturaleza *instintiva*; ella puede, también, crearse objetivos a sí misma, que no están en relación con las materiales necesidades de la Vida y en las que el Hombre concibe moralidad o inmoralidad, desde el punto de vista que, según el caso, se esconda de sus semejantes u ostente frente a éstos, sus actos.

También es cierto que, según algunos, la moralidad no es más que una convención, resultante de circunstancias que el individuo no se ha creado a sí mismo. No lo es menos verídico que son los Hombres, en conjunto, quienes la han mirado así y que, los individuos lo comprenden y lo aceptan. Es esta acción que la Inteligencia ejerce, en independencia del Instinto; este poder que posee de luchar contra él (instinto); esta con-

cepción puramente intelectual que nosotros poseemos de la moralidad o de la inmoralidad de nuestros actos en esta esfera de la actividad, regida por una voluntad de la que tenemos conciencia plena, lo que constituye nuestra libertad, nuestro *libre albedrío*. Citamos aquí la muy acertada reflexión del Cardenal Mercier: La moralidad presupone la Inteligencia pero no la constituye.

Así, es posible, combatir el postulado espiritualista, sin necesidad de atropellar los hechos ni de complicar las explicaciones y desplegar muy laboriosas teorías para explicar la mentalidad de los animales sin la intervención de la Inteligencia, pero que en la realidad así nada se explica; y sobre todo, sin necesidad de tener que usar de este equívoco que consiste en restringir el sentido de la palabra Inteligencia, a la acción de una sola de las facultades mentales.

Que el Animal posea una determinada dosis de Inteligencia, no cabe duda alguna para quien lo observa, sin tomar partido y sin querer suprimir el problema del origen de la naturaleza de la vida. No vacilo yo en opinar que si él (animal) no posee aquello que se ha convenido en denominar un alma, el Hombre dejaría de poseerla, y que si el Hombre posee una, la bestia está igualmente dotada de un alma.

En un plano superior a este problema de un alma en el Animal, está el problema de la inmortalidad. Pero así como el del origen y el de los fines últimos son de la incumbencia de la Filosofía pura, el problema de la inmortalidad también es del mismo dominio; y para resolverlo, el filósofo nada pide a los sabios, como que él está autorizado a negar al Hombre de ciencia la competencia de discutirlo, en tanto que, en todo aquello que concierne a la ciencia el filósofo debe abstenerse de emitir opinión alguna al respecto. Nuestra voluntad es la de limitarnos al dominio puramente científico y de expresar únicamente las interpretaciones del primer plan, expresión directa y visible de los hechos que imponen el buen sentido elemental y la sana lógica.

## V. ES POSIBLE ENCONTRAR UNA EXPRESION ANATOMICA DE LA INTELIGENCIA DE LOS ANIMALES?

Siendo un hecho admitido la Inteligencia de los Animales, se ha buscado encontrar en ella, una respuesta anatómica. Tres autores: Cuvier, Dubois y Anthony, se han ocupado especialmente del problema. M. FRIANT, en un artículo publicado en *Scientia*, en 1949, resume las opiniones expresadas por dichos naturalistas:

“Los Animales tienen, ciertamente, algo más que el Instinto: ellos poseen un cierto grado de Inteligencia, del cual nos servimos como tema para que nos permitamos emitir una opinión en el caso de cada una de las especies. Quisiéramos, antes, comprobar esta opinión, en cualquier forma; de ahí, los esfuerzos que nos han conducido a expresar anatómicamente, el grado de organización cerebral de los Animales. Se ha tratado de buscar una cantidad, en relación tan estrecha como sea posible con la intelectualidad, pero se ha reconocido que esta cantidad siempre está en mayor o menor proporción, bajo la dependencia de la masa del cuerpo (peso)”. Por consiguiente, el grado de organización cerebral es un cociente que, para Cuvier, era el de:

$$\frac{\text{Peso del cuerpo}}{\text{Peso del encéfalo}} = uCu^1.$$

Para E. Dubois, ese cociente viene a ser:

$$\frac{\text{Peso del cuerpo} \times 0.56}{\text{Peso del encéfalo}} = uDu^2.$$

R. Anthony, por último, considera en lo que concierne a los Mamíferos euterianos, que dicho cociente se da por:

$$\frac{\text{Superficie de la secc. transv. del cuerpo calloso}}{\text{Superficie de la secc. transv. del bulbo raquídeo}} = uA^3.$$

La fórmula de Cuvier, parece la menos adecuada. Los Mamíferos, según ella, se encontrarían clasificados no según la Inteligencia que parezcan tener, sino según el peso decreciente del cuerpo.

El método de Anthony, que es el que se aproximaría más a las observaciones psicológicas, nos daría la clasificación siguiente:

Hombre — Chimpancé — Homadriade — Cercopiteco — Elefante — Oso pardo — Oso blanco — Oso malayo — Delfín — Lobo — Rinoceronte — Hiena estriada — León marino — Caballo salvaje — León — Manatí — Zorro — Foca — Caracol — Oso hormiguero grande — Nutria — Hipopótamo — Dromedario — Reno — Lemur — Capibara.

Yo no vacilo en decir que esta clasificación no me satisface: En primer lugar, en ella no aparece ninguna raza de Perros, ni siquiera se les menciona, lo que hubiera sido muy interesante. Además, el elefante debería venir antes de los Monos; el Rinoceronte está colocado delante del Caballo, que se encuentra en el puesto 14, lo cual parece absurdo; lo mismo se puede decir del Zorro y de la Foca, que ocupan los puestos 17 y 18.

Lo que me parece, de acuerdo con la experiencia adquirida, es que los Monos no son más inteligentes que otros numerosos Animales: el Elefante, el Perro, la Foca, el Castor, etc. Sé muy bien, que es evidente que con mayor facilidad que otros animales, los grandes Monos pueden adquirir, mediante la educación un comportamiento más o menos copiado del de el Hombre; pero ello se debe únicamente a una similitud anatómica mucho mayor. Escuchemos, a este respecto, lo que dice F. MARTÍN DUNCAN, autor inglés que fue primero naturalista del campo, luego agregado al Jardín Zoológico de Londres y por tal motivo estuvo en contacto durante largos años con la Tribu de los Monos:

“Aparte de lo que puede llamarse el amaestramiento profesional de estos Monos para los espectáculos musicales de circo, para lo cual se les enseña allí a hacer uso de una bicicleta, a usar patines de ruedas, a tocar un tambor, a saltar a través de los aros y otras piruetas circenses, en algunas partes sobre todo en América, se ha realizado mucho trabajo durante los años recientes, para combinar las experiencias de laboratorio, destinadas a determinar justamente hasta qué punto puede llegar a educarse a un Chimpancé y cuáles son las fronteras de su Inteligencia. El detalle de estos experimen-

1 Coeficiente de Cuvier.

2 Coeficiente de Dubois.

3 Coeficiente de Anthony.

tos y los resultados obtenidos, se han publicado con gran despliegue, acompañados de cuadros y gráficos que, a primera vista, son muy impresionantes. Cuando estas publicaciones se examinan cuidadosamente, le queda a uno la impresión de que los resultados reales, habrían ganado mucho más si se les hubiera expuesto en forma resumida; quizás únicamente la cuarta parte del texto habría sido plenamente suficiente. Y que sobre todo, se ha hecho mucha bulla por nada, o como se dice en castellano una "tempestad en un vaso de agua". De hecho, los resultados de todos estos trabajos confirman por completo, simplemente lo que ya se ha sabido: que el Chimpancé como otros muchos Animales, aprende fácilmente y posee una Inteligencia latente, capaz de aprovechar las enseñanzas de un amaestramiento cuidadoso. En cambio, existen, desde hace mucho tiempo, numerosos pero modestos relatos, referentes a los Perros, los Caballos y otros Animales, amaestrados con diligencia, *que han demostrado un nivel de inteligencia muy igual* al de los monos, sobre los que se hace tanto aspaviento.

Sin lugar a duda, nosotros estamos inclinados a atribuir a los Monos más Inteligencia que a los otros animales, debido a que ellos son los que nos imitan mejor. Pero esta más perfecta imitación de nuestros actos, lo repito una vez más, no es la consecuencia de una Inteligencia más desarrollada. Este es otro aspecto del problema que los Psicólogos y los Fisiólogos ni siquiera han pensado en considerar y que tiene entre tanto, su importancia para la apreciación del grado de Inteligencia de los Animales. El problema consiste en: en qué medida el organismo de un animal le permite realizar la actividad que su Inteligencia es capaz de concebir? No sabría hacerlo mejor, si con la Inteligencia de que dispone, tuviera una organización anatómica más perfecta?

Tomemos el caso de un elefante, clasificado como 5º después de los Monos. Sin duda, no le será posible utilizar una bicicleta o servirse para comer de cucharas y tenedores. Pero, podrá pensarse un solo instante en atribuir a su Inteligencia la responsabilidad de estas incapacidades? Por el contrario, se sabe que en la India, los elefantes domésticos ayudan a sus propietarios a capturar a los Elefantes salvajes, a atraerlos maliciosamente hacia las trampas, a amaestrarlos en las distintas labores que ellos aprenden a ejecutar. Estos trabajos, son ciertamente los que su organismo les permite hacer; pero no harían ellos lo mismo que los Monos, si tuvieran manos prensiles? Recordemos que jamás un Mono ha pensado en educar a otro, en enseñar aun a sus propios hijos algo distinto de lo que su instinto específico le impone. Y para estas costumbres específicas, los animales no tienen necesidad de educador; ellos las practican de oficio, desde que son fisiológicamente aptos para actuar independientemente.

En la lista de Anthony, la Foca apenas ocupa el 18º lugar. Sin embargo, he visto en los circos, Focas que, a pesar de su anatomía externa un poco rudimentaria, fácilmente aprenden a ejecutar maravillosas piruetas, para lo cual se les ha amaestrado, lo que exige una atención y una rapidez de comprensión que sobrepasa los límites de lo ordinario; y eso sobre tierra firme, fuera del elemento para el que están especialmente adaptadas (el agua). Después de esto que he visto, no vacilo en sostener que si la cabeza de una foca estuviera colocada en el cuerpo de un Mono, ella lo haría, por

lo menos, tan bien como lo hace un Chimpancé o un Orangután.

El Perro, ni siquiera sabe imitarnos como lo hace un Gibbon o un Chimpancé. Pero, desde que quiera salir, el mío se dirige hacia la puerta y si tardo en abrirle, salta hacia mis manos y ladra para llamarme la atención. Si fuera lo suficientemente grande y poseyera manos prensiles, sin duda alguna no se esperaría a mi intervención y él mismo abriría. Ignoro si el Perro se tomaría el trabajo de cerrar la puerta tras de sí, lo que a menudo yo olvido, produciendo gran desesperación a mi esposa.

Tuve un gato, que lo hacía mejor aún. Era un ladrón empedernido. Teníamos la costumbre de dejar la llave en la puerta de la despensa; trabajaba tan bien con los dientes y las patas que lograba por fin abrir y tomar las vituallas que encontraba, lo cual nos obligó más de una vez a regresar al carnicero.

Y he aquí otra historia de Gatos (en este caso se trata de una Gata): Pertenecía ella a un propietario que habitaba en nuestra vecindad, y venía regularmente a vernos atraída por algunas golosinas que le dábamos. Ella tenía tres gatitos, uno de los cuales nos fue regalado cuando era todavía lechón. Pensamos entonces que la Gata comería con nosotros, pero tal no era su intención y, a la primera oportunidad que se le presentó, escapó hacia su domicilio. Su dueño nos la devolvió a nuestra casa, pero obstinada en su decisión de tener su familia reunida, reincidió al regresar por segunda vez. De nuevo fue traída a nuestro domicilio. La Gata, entonces, invirtió su sistema y una mañana vi a los tres gatitos reunidos en la caseta donde se encontraba el que me había regalado mi vecino. Yo conté a su amo las cosas sucedidas y entonces su mamá se adelantó para decir: "ella venía dos o tres veces por día a dar de mamar a sus pequeños, sin ensayar ya reunir su familia".

Estos comportamientos expresan, manifiestamente, una serie de ideas y una final comprensión de las cosas, lo cual se puede comprobar en cualquier Animal. Cuál es el lugar que se le debe asignar al Gato?

Otro Animal que tampoco ha sido colocado en la lista reproducida por FRIANT, es el Castor.

P. CORDIER-GONI, quien ha observado mucho estos Animales, escribió en su libro titulado "*Castor del Ródano*", las líneas que siguen a continuación, a propósito de la disección del cadáver de uno de estos ejemplares:

"Yo hubiera deseado abrir el cráneo, pero no tenía instrumento adecuado para ello. Sin embargo, sabía lo que habría descubierto en esa operación: Un cerebro sin grandes circunvoluciones, con sus lóbulos olfatorios de vasto desarrollo y con todos los órganos que hacen parte del sistema nervioso; en suma, órganos verdaderamente paradójicos que parecían destinados a los Animales de inteligencia limitada, en tanto que, vamos a encontrarnos en presencia de facultades superiores, que clasifican a este animal muy por encima de todos los demás. De suerte que, Animales de cerebro liso pueden ser inteligentes".

Cito estas líneas con mucha confianza, puesto que la lectura del libro me ha demostrado que el autor no confunde en ninguna manera los actos del Instinto, aplicación normal de la fase hereditaria de la especie, con los actos del resorte de la Inteligencia, la que tiene por

misión resolver imprevistos que pueda poseer el individuo. He aquí uno de los hechos contados por P. Cordier-Goni:

La acción tuvo como escenario el parque zoológico de Parjurade, donde un cineasta había sido autorizado para filmar una película documental sobre los Castores. Un túnel hacía comunicar la madriguera con el agua del estanque. El primer día, los Castores se confinaron en esta galería y desafiando todos los esfuerzos que en vano se hizo, no quisieron ni venir a la madriguera, ni salir al estanque. Agotando los esfuerzos, se resolvió vaciar en parte el estanque, en medio del que se había colocado la válvula destinada a vaciarlo. Habiéndose escapado el agua apareció el agujero de comunicación y fue posible así, hacer obedecer a los cautivos. Privados del agua, el elemento que les impedía, se entretuvieron en el parque.

Fotografiar y filmar a los Castores, no es cosa fácil. A pesar de los cuidados que se tuvieron para no molestarlos ni para sobreexcitarlos, hubo necesidad de dejarlos hacer lo que querían, permitirles girar delante de los operarios, etc. Resoplaban a menudo de descontento, volteaban las vasijas tal como si fueran bestias salvajes levantadas en un lugar despoblado; no conocían sino a su guardián, quien tenía que defenderlos de sus domadores y hacer todo lo necesario para hacerles conservar sus costumbres instintivas.

El trabajo terminó y renació la calma; el guardián dio su vuelta habitual trayéndoles alimentos. Grande fue su asombro al encontrar el parque vuelto al derecho y al revés; un examen cuidadoso le reveló el intenso trabajo que había sido realizado por los Castores; habían escarbado por doquier. Por qué? Las huellas formaban a manera de senderos largo tiempo frecuentados; habían hecho numerosas estaciones. El guardián se inclinó sobre el estanque y como el agua era transparente pudo observar hasta el fondo; pero qué observó sobre la válvula? Esta se encontraba recubierta de piedras de variados tamaños; había muy bien una docena de kilos de ellas, colocadas exactamente sobre la válvula, de tal suerte que no podía ser maniobrada sino difícilmente. Los Castores le habían hecho pasar un día insoportable; si hubieran tenido la suficiente agua en el estanque, se habrían sustraído a todos estos juegos tan mortificantes para el Guardián, ya que habían tomado todas las medidas necesarias para dejar sentir el fracaso del autoritarismo humano. Como el autor lo anota, lo atestigua el hecho: la respuesta no fue dada por los Castores en forma retardada; no era ya el espíritu de hacerlo por etapas; ella se manifestaba inmediatamente, en forma directa y apasionada. "La relación de causa a efecto aparecía aquí determinante", nos lo dice Cordier-Goni; "ella no es ya instintiva ni podría juzgarse como tal. Ella es inteligente". Yo me apunto con todo entusiasmo a esta conclusión.

Para el tema que nos ocupa, es preciso recordar siempre que "no son ni el volumen ni la complejidad del cerebro los que responden al grado de Inteligencia de la especie, ni mucho menos su desarrollo morfológico".

Al concluir un artículo, en el que después de haber expresado sus propias experiencias pasa a analizar las de varios otros autores (Yerkes, Koehler, Hobbouse, Guillaume y Meyersson) BIERENS DE HAAN, escribe:

"Si no se puede afirmar que el desarrollo psíquico de los Animales es, en general, igual a su desarrollo mor-

fológico (la vida psíquica de los Insectos es mucho más rica que la de los Peces y Reptiles), parece que no se puede decir que su Inteligencia concreta corresponda a su desarrollo morfológico. Son los Animales inferiores (vgr. los Procyonidos) los que, en determinadas circunstancias aplican una más alta comprensión concreta, que ciertos Animales Superiores (los Monos y aun los Monos Antropoides)". Y algunos renglones más adelante, el mismo autor agrega que: "No es justo decir que en todas las situaciones el Chimpancé dé prueba del más alto grado de comprensión. El desarrollo morfológico y el grado de Inteligencia, no están tan bien ligados entre sí, como se ha pensado a menudo".

A pesar de las diferencias que se puedan comprobar en la conformación de su cerebro, parece que el Elefante, el Perro, la Foca, el Castor, el Coatí, el Ratón de agua y muchos otros Animales, están dotados de una inteligencia por lo menos igual a la de los Monos y que es indispensable tener en cuenta las complejidades que presenta, para ciertas especies, su constitución somática, que debido quizás a ello se ha juzgado a los unos como menos dotados que los otros. El caso del Castor, de Cordier-Goni y el de los Procyonidos de Bierens de Haan, refuerza aun más esta opinión.

Hay, además, otro hecho que nos induce a rechazar el criterio de los anatomistas: todos los individuos de una misma especie y mejor, de una misma raza dentro de una misma especie, están muy lejos de ser igualmente dotados. En ellos, como en la especie humana, hay genios, inteligencias medias e imbéciles. Es, pues, necesario multiplicar las experiencias en un gran número de individuos para descubrir los genios de cada especie. Esto me ha sido revelado por la observación de numerosos Perros, Gatos, Pájaros y aun en diversos artrópodos que he podido criar. Una vez más, apoyemos esta consideración en algunos hechos precisos:

Según el punto de vista de los Anatomistas, los Bovinos no estarían constituidos como para ser muy inteligentes. En el conjunto, eso podría ser verdadero; pero tenemos numerosas excepciones. El Profesor J. Leclercq cuenta una muy notable: dos vacas, observadas por él dentro del ganado de su padre y que gustaban mucho de las frutas, no se contentaban como sus congéneres, en recoger las que se hallaban caídas al pie de los árboles: ellas sacudían las ramas bajas, paraban las orejas y desde que percibían el ruido de algo que había caído, examinaban nerviosamente la hierba para buscar los frutos.

Podemos preguntarnos: qué no harían si estuvieran provistas de manos? Hay que anotar que únicamente ellas, entre una partida grande de ganado, habían tenido la idea de sacudir las ramas.

Las Arañas han suministrado pruebas idénticas:

He aquí una narración de P. BONNET, concerniente a las Dolomedes, grandes Arañas errantes, semiacuáticas, que tienen el hábito de transportar la envoltura que contiene sus huevos:

"Yo fijaba la envoltura, con un alfiler, fuertemente enclavado en la mesa. Como primera medida, la Araña tiraba con todas sus fuerzas para arrastrar su saquillo de huevos; luego, al darse cuenta de que sus esfuerzos eran inútiles, venía hacia el saquito a comprobar que sí contenía los huevecillos; habiéndolo comprendido dos veces, la Dolómedes con sus mandíbulas destruyó la

porción de la envoltura que estaba fijada al alfiler, y logró así liberar su saco; otras dos veces otra Araña, sin duda, no comprendió qué hacer y después de dejar de halar se postró junto a su saquillo, inmóvil, sin moverse más”.

De cuatro ejemplares de la misma especie, solamente dos demuestran ser inteligentes.

Mis propias observaciones con las Arañas tejedoras, que confeccionan telas orbiculares, conducen a la misma conclusión. En las condiciones normales, todas están dotadas del mismo instinto y saben elaborar a perfección su tela específica. Se me ocurrió encerrar en tubos de distinto diámetro (4 o 5 centímetros como máximo), individuos que, en las condiciones naturales, confeccionaban telas de 10 a 15 centímetros de diámetro, al no estar limitado el radio externo de acción. Pude observar cómo, algunos ejemplares, permanecen totalmente incapaces de hacer algo que pueda parecerse siquiera en parte a una tela de su especie. Otros, por el contrario, después de varias tentativas y ensayos infructuosos, confeccionaban ya una tela orbicular completa de reducido diámetro como reducido era su campo de acción, o bien un fragmento de tela que contenía un número variable de diámetros, 4, 5, 6, 7, según el caso o dos sectores más o menos circulares que se oponían por el vértice. Las soluciones así adoptadas, varían en gran número, no solamente de individuo a individuo sino en un mismo ejemplar, lo que demuestra que una Inteligencia, libre en estos límites, está en acción y que tal Inteligencia, evidente entre varios, está ausente en otros, o menos desarrollada.

Otra enseñanza de importancia se puede deducir de estas experiencias: En todas las telas fragmentarias, los radios concéntricos están hechos de seda-seca, los hilos en espiral en seda-viscosa; las excepciones muy raras que he comprobado, se debían indudablemente a un error del individuo que no había alcanzado aún la perfección de su plan de adaptación. Ahora bien: el volumen de seda utilizado en estas telas reducidas, era muy inferior al que exigían las telas comunes y corrientes que estas Arañas confeccionaban en libertad: 1/4, 1/5 quizás, de dicho volumen. De todo lo cual resulta que la Araña, de acuerdo con la ocasión, hace la dosificación muy delicada, por cierto, de sus glándulas sericígenas.

Refirámonos también a las piéridas de LOUIS VERLAINE, de las cuales algunas comprendían más rápidamente que otras el sentido de un acto de señal. Acordémonos que sus Avispas fueron también hábiles para distinguir, entre otras, la fórmula de un triángulo que marcaba la entrada móvil de su nido, *tengamos en cuenta que aun los mismos insectos obviaban muy rápidamente los inconvenientes que yo les ocasionaba al tapar la entrada de su nido*, construyéndose un segundo pasillo. Recordemos también los Monos, que son capaces de reconocer la misma forma que disimula una golosina, etc., etc. (se podrían multiplicar los ejemplos indefinidamente). Delante de estas pruebas formales, resulta la evidencia de que esta tentativa de clasificar intelectualmente a los Animales, basándose en un criterio anatómico, está condenada al fracaso. No hay evolución de Inteligencia en el reino animal; no es sino, al pasar del Animal al Hombre, como se franquea realmente un escalón, en el dominio psicológico.

Conclusión: Si el ser viviente es, por su organismo anatómico-fisiológico, una simple máquina, no es menos

verdadero que no es sino el mecánico que dirige —conscientemente— el juego de los engranajes que deben funcionar para realizar los fines que el Instinto le impone. Eso es un hecho que los fisiólogos parecen a menudo ignorar y que se revela perentoriamente, contra las teorías mecanistas.

Sin duda alguna, el ganglio cerebral microscópico de los Insectos, lleva al observador a dudar de que esta masa ínfima pueda gozar de facultades bien desarrolladas. Esa es una opinión a priori, contra la cual se levanta el notable poder de aprendizaje del que ciertos Artrópodos dan prueba y que reduce a la nada esta manera de juzgar las cosas.

La pequeñez, no es un obstáculo para la Naturaleza: ella nos da día por día pruebas nuevas de ello. Cuando alguien me dijo por vez primera que un mundo de Animalitos evolucionaba en una gota de agua, todavía tengo el recuerdo de haberme encogido de hombros, con incredulidad: yo pensaba que mi interlocutor se burlaba de mí (lo reconozco que aún era demasiado joven para comprenderlo). Tuve que rendirme ante la evidencia, cuando algunos días más tarde, se me colocó ante mis propios ojos esta gota de agua al microscopio. Y cuáles no fueron mis sorpresas cuando, en el curso de las observaciones posteriores, pude comprobar yo mismo que algunas de estas ínfimas bestezuelas, libran persecuciones y verdaderos juegos como mis Perros y mis Gatos?

Si algún día un aparato permite leer lo que sucede en una célula cervical, interpretarlo (los novelistas que hablan de “anticipación” nos mencionan a menudo aparatos de esta naturaleza), cuál sería nuestro asombro al descubrir el mundo de pensamientos diversos que elabora el cerebro de un Insecto?

## RESUMÉ

Après avoir montré que les anecdotes, généralement récues par les savants de laboratoire, servent en réalité à établir, si non le niveau intellectuel moyen d'une espèce, tout au moins le degré auquel cette intelligence atteint chez les sujets les mieux doués, l'auteur constate que la tournure passionnée qu'a prise parfois la controverse concernant l'intelligence animale est due au fait que deux problèmes ont été grevés sur elle: celui de la descendance de l'Homme et celui du libre arbitre et de l'immortalité de l'ame.

C'est une erreur de tactique de certains philosophes spiritualistes de prendre le contre-pied de l'adversaire et de vouloir démontrer que l'Animal est dépourvu de toute intelligence. Cela les oblige à restreindre le sens du mot “Intelligence” à la seule fonction mentale qui consiste à abstraire, et à forger de laborieux raisonnements pour ramener à de simples fonctions mécaniques des comportements ou, en réalité, le sujet a fait preuve d'intelligence, c'est-à-dire du pouvoir de comprendre, de porter un jugement, de remonter d'un effet à sa cause. Des faits nombreux sont narrés où des Animaux, Vertébrés et Invertébrés, ont fait preuve d'Intelligence ainsi comprise. L'Animal, aussi, est capable de certaines abstractions et ses connaissances instinctives sont, du reste, des notions abstraites. Divers arguments invoqués pour dénier l'Intelligence à l'Animal sont analysés et réfutés.

Abordant la question du libre arbitre, l'auteur constate que l'Intelligence des Animaux n'est qu'une faculté

auxiliaire dont la seule mission est de réaliser pratiquement les buts biologiques imposés par l'Instinct de l'espèce, des buts situés "en dehors d'elle-même" alors que, lorsque ses besoins naturels sont satisfaits, l'Homme se livre à des recherches, s'assigne des buts dont il apprécie la moralité, puisque parfois il s'en cache. L'Animal no jouit donc que de cette intelligence qu'Aristote a appelé l'Intelligence pratique ou analogique, il ne jouit que d'une liberté restreinte aux seuls moyens de réaliser des fins imposées. Il n'est pas libre. L'Homme lui est doté de l'Intelligence formelle ou conceptuelle, qui lui confère la liberté d'action, le libre arbitre.

S'appuyant enfin sur ces faits que l'Intelligence est inégalement répartie entre les individus d'une même espèce et que des Animaux considérés comme inférieurs, voire des Insectes, se sont montrés dans certaines circonstances, intellectuellement égaux aux mieux doués des Singes, l'auteur conclut qu'il est impossible d'exprimer anatomiquement le degré d'Intelligence des Animaux.

### SUMMARY

Showing first that what is called "anecdotes" — generally rejected by laboratory men— helps in reality, if not to delimit the middle intellectual level of a species, at least to mark the limit to which this intelligence can reach, the author ascertains that the passionate turn sometimes taken by the controversy concerning animal Intelligence is due to the fact that it has been encumbered by two problems: first, the origin of man, second, free will and soul immortality.

A tactical mistake committed by some spiritualist philosophers consist to take the reverse of the opponent and to try to demonstrate that Animals are completely deprived of Intelligence. This compels them to restrict the meaning of the word "Intelligence" to the single mental function consisting to abstract, and to build laborious demonstrations to assimilate to simple mechanical functions, comportments in which the individual gives incontestable evidence of mental power, showing that he is able to understand, to bear a judgment, to ascertain an effect and to discover its cause. Numerous facts are narrated, in which Animals, Vertebrate and Invertebrate, gave proof of a so understood Intelligence. Animals are also able of certain abstractions, their instinctive knowledges being, besides, abstract notions. Several arguments put forward to deny Intelligence to Animals are analysed and confuted.

Broaching the question of free will, it is shown that Animals' Intelligence is an auxiliary faculty whose only function is to realise practically the biological aims imposed by the specific Instinct, aims situated "outside itself", when, his natural wants satisfied, man applies himself to researches; he may apply to himself aims of which he appreciates the morality, since, sometimes, he conceals them. This state of things proves that the Animal is only endowed with that kind of Intelligence called by Aristote, "practical" or "analogical Intelligence". His freedom is restricted to the means or realisation of the butts imposed by Instinct. He is not free. Contrariwise, man is in possession of the "formal" or "conceptious" Intelligence, which confers freedom of action, freedom of will.

### BIBLIOGRAFIA

- BIERENS DE HANN, J. A. (1937). Du degré d'Intelligence chez les Animaux et de leur place dans le système zoologique. *Journal de Psychol. normale et pathologique*, 15/5, 15/10/37, p. 353 a 375.
- BONNET P. (1947). L'instinct maternel des Araignées. *Bull. de la Soc. de Hist. Nat. de Toulouse*, t. 81, p. 185 a 250.
- CORDIER-GONI, P. (1947). Les Castors du Rhône. 1 vol., 254 p., Albin Michel, Paris.
- (1954). Le Mystère de l'Instinct. *Bull. Ass. Nat. de Nice et des Alp. Mar.*, XLI, p. 1 a 7.
- GRUENDER H., S. J. (1932). *Experimental Psychology*. 1 vol., 455 p., The Bruce Publishing Co., Milwaukee.
- FABRE, J. H. (1879-1908). *Souvenirs Entomologiques*. Delagrave, Paris.
- FRIANT, M. (1949). Sur le degré d'Intelligence des Animaux et son expression anatomique. *Scientia*, 1949, fas. 11, p. 201 a 207.
- KOEHLER, W. (1927). L'Intelligence des Singes supérieurs (traduit sur la 2ème. ed. par P. GUILLAUME. 1 vol., 317 p., Félix Alcan, Paris.
- LECLERCQ, J. (1942). Un comportement individuel rarement observé chez les Animaux domestiques. *Bull. des Nat. Belges*, Juil 1942.
- MARTIN DUNCAN F. *The Monkey Tribe*. 1 vol., 118 p., Sampson Low, Marston & Co., Ltd., Londres (sans indication de date de publication).
- MERCIER, CARDINAL D. J. (1923). *Cours de Philosophie*. Vol. III, *Psychologie*. 1 vol., 383 p., avec 4 planches. Alcan, Paris.
- PAVLOV, P. (1927). Les Réflexes conditionnels (traduit de russe par N. & G. Gricoureff). 1 vol., 379 p., Alcan, Paris.
- THIELEMANS H., S. J. (1935). La métaphysique de l'Instinct. *Rev. Néoscholastique de Philosophie*. t. 38, p. 413 a 436.
- THOMAS, M. (1929). Quelques observations sur le Retour au Nid, et idem (suite). *Lambillionea*, nov. & dec. 1929.
- (1933). L'Instinct et la Psychologie des Papillons. *Bull. & Ann. Soc. Entom. de Belg.*, t. LXXIII, p. 315 a 322.
- (1950). Un cas intéressant de Psychologie Animale: La Curiosité et la Familiarité chez les Papillons, et idem, avec une note sur un curieux aspect de Psychologie du male de *Charaxes jasius*, par le Dr. Jean LORITZ. *Les Naturalistes Belges*, N° 12, 1949 et N° 1, 1950, et idem, N° 6-7, juin-juillet 1950.
- (1952). A propos des soi-disant Réflexes conditionnels et des Réflexes du Cortex. *Scientia*, Nov. 1952.
- (1953). *Vie et Moeurs des Araignées*. 1 vol., 339 p., Payot, Paris.
- (1955-1957). L'Instinct et le Phénomène subjectif en Psychologie animale. *La Nuova critica*, N° 3.
- VERLAINE, L. (1927). Le Déterminisme du Déroulement de la Trompe et la Physiologie du Gout chez les Lépidoptères. *Ann. & Bull. Soc. Entom. de Belgique*, t. LXVII, p. 147 a 182.
- VERLAINE, L. (1927). L'Instinct et l'Intelligence chez les Hyménoptères. VII. L'Abstraction. *Ann. Soc. Rle. de Zool. de Belgique*, t. LVIII, p. 59 a 88.
- (1928). L'Instinct et l'Intelligence chez les Hyménoptères, VIII. Note complémentaire sur l'Abstraction. *Bull. & Ann. Soc. Entom. de Belg.*, t. 68, XI-XII, p. 240 a 250.
- Bien que les travaux ci-apres ne soient pas cités dans le présent article, on lira aussi avec intérêt.
- MANQUAT, M. (1928). L'eau a la Bouche. *Science Moderne*, Bailliere, Paris.
- PIERON, H. (1909). L'Anticipation adaptive. *Comptes-Rendus de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences*, p. 735 a 739.

## DON PACO MONTOYA

*Iniciamos en esta columna, con la sabia colaboración de miembros muy distinguidos de la Academia de la Historia, una serie de biografías para recordar y rendir homenaje a los científicos colombianos que contribuyeron con su inteligencia, obras y sacrificios, al estudio de nuestra naturaleza y a la exaltación y difusión de la cultura.*

*Esta primera página, dedicada a Don PACO MONTOYA, ha sido escrita por el doctor LUIS MARTINEZ DELGADO, historiador que une a su vasto saber, el patrimonio bien demostrado de su probidad y espíritu de justicia, y de su veneración a los próceres colombianos.*

*N. de la D.*

A mediados del siglo pasado, y no pocos años después, viajar de Colombia a Europa, cuando no existían los modernos sistemas de transporte, constituía casi una hazaña para los pocos que podían disponer de tiempo y de recursos. Viajar a lo largo del río Magdalena en embarcaciones más que deficientes, sujetas al lento correr de las aguas, o navegar por el Dagua o por caminos peligrosos en busca del llamado entonces puerto de la Buenaventura, era una proeza, según crónicas de viajeros de entonces. No obstante la belleza del paisaje tropical la esperanza era llegar con vida y salud al lugar de destino.



FRANCISCO MONTOYA M.

1850 - 1922

Sabio naturalista e institutor benemérito a quien la juventud colombiana enalteció como MAESTRO.

En la época a que nos referimos se trasladaron a Londres don Andrés Montoya Sáenz y su señora doña Matilde Montoya Santamaría, pertenecientes a rancias familias de Colombia. El señor Montoya Sáenz dirigía en la capital inglesa los negocios de la firma granadina "Montoya Sáenz & Compañía" que fundó la factoría de los antiguos y famosos cigarros de Ambalema e incrementó la navegación en el Magdalena entre otras empresas comerciales importantes.



En Londres, el 26 de junio de 1850, nació del matrimonio de don Andrés y de doña Matilde un niño a quien bautizaron con el nombre de Francisco, el mismo de su abuelo. Hermanos de Francisco fueron Ricardo, ingeniero que trabajó en la construcción del ferrocarril de Puerto Berrio a Medellín con Cisneros, Guillermo y dos mujeres que ingresaron a la comunidad religiosa de las Hijas del Buen Pastor que tuvieron a su cargo la rehabilitación de reclusas en Bogotá. De Ricardo Montoya descende la familia de los Montoya Pontón y de Guillermo la de los Montoya Posse.

No conocemos la fecha exacta, pero sí hemos comprobado que en 1856, Francisco fue traído a la Nueva Granada y en Bogotá fue confiada su primera educación a don Ricardo Carrasquilla que regentaba el Liceo de la Infancia. Años más tarde entró al Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario en donde concluyó sus estudios secundarios, distinguiéndose en ciencias naturales en las cuales obtuvo la más alta calificación bajo la sabia dirección de nadie menos que de don Ezequiel Uricoehca.

De los claustros rosaristas pasó Francisco, contando con una sólida formación moral e intelectual, a la Escuela de Medicina de la Universidad Nacional en donde tuvo condiscípulos de la talla de José María Lombana Barreneche, Juan David Herrera, Josué Gómez, Abraham Aparicio y otros que más tarde ocuparon lugar destacado en el campo de la ciencia.

Separada la Escuela de Medicina de la de Ciencias Naturales, Francisco Montoya recibió, en 1871, el grado de profesor en ciencias naturales al mismo tiempo que sus compañeros Luis María Herrera Restrepo, Nicolás Sáenz y Carlos Michelsen. Fueron estos los primeros títulos profesionales otorgados sobre la materia por la Universidad Nacional.

No bien hubo el doctor Montoya abandonado los claustros universitarios, dio comienzo a su brillante carrera de maestro de la juventud. De estudiante pasó, con título profesional bien ganado, a profesor en la Facultad de Medicina. Regentó cátedras en la Escuela Normal, en la Escuela Nacional de Comercio, en el Liceo Mercantil, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional y en otros establecimientos de enseñanza secundaria y profesional.

Con verdadera vocación y con un altísimo concepto del cumplimiento del deber, olvidado por completo de prebendas y de honores merecidos, adoctrinó el doctor Montoya a varias generaciones durante cincuenta años, es decir, hasta el año de 1921, cuando celebró con su habitual modestia y con el beneplácito de sus conciudadanos y de sus numerosos discípulos, sus bodas de oro profesionales en la cátedra y en el ejercicio de su profesión. En ese año se hizo memoria del Colegio Montoya, fundado y sostenido por él, que funcionó en Bogotá entre los años de 1891 y 1897. Este colegio en su corta vida funcionó con un concepto de servicio noble y no de lucro, distanciado del criterio que en años por venir habría de imponerse en muchos establecimientos de educación primaria, secundaria y profesional de iniciativa particular. El Colegio Montoya tuvo la misma orientación de otros planteles como el Liceo de la Infancia de don Ricardo Carrasquilla, el Colegio del Espíritu Santo de Lorenzo María Lleras, el Colegio de don Víctor Mallarino, el segundo Colegio del Espíritu Santo de Carlos Martínez Silva y Sergio Arboleda, el Liceo Mercantil de Antonio Ramírez y Manuel Antonio Rueda y varios otros que no sería difícil enumerar.

Al doctor Montoya se debe la fundación de la Universidad Republicana en el año de 1890, en unión de los doctores Manuel Antonio Rueda Jara y José Herrera Olarte. Esta Universidad contó con facultades de derecho, ingeniería y ciencias naturales. También fue el doctor Montoya uno de los fundadores de la Sociedad de Naturalistas de Colombia, en 1870, y de la Sociedad Colombiana de Ingenieros en 1887.

En el campo de la ciencia debe recordarse siempre el valioso aporte del doctor Montoya. Fue inventor de un original planisferio celeste movable, arreglado de acuerdo con el meridiano de Bogotá, que facilita estudiar las constelaciones visibles en determinado momento y resolver numerosos problemas de astronomía mediante fórmulas al alcance de profanos en la materia. Este planisferio, publicado por el doctor Montoya en 1887, es una verdadera curiosidad. Tenemos informes de que se conserva en el Instituto Codazzi.

No menos interesante es el ureómetro inventado por el sabio profesor en 1897, notable por su exactitud para dosificar la úrea y por su fácil manejo. Este instrumento, según conceptos autorizados, es de los pocos aportes colombianos a la técnica mundial de laboratorio.

El avance desconcertante de la ciencia no le resta mérito al planisferio ni al ureómetro. De lo contrario sería preciso relegar al olvido inmerecido muchos nombres ilustres que permitieron los progresos continuos de la ciencia, sujeta a necesaria y continua evolución.

No menos interesante fue la colección de minerales de Colombia formada por el doctor Montoya con paciente trabajo. Desgraciadamente lo más valioso de la colección desapareció en el criminal incendio del Museo de Ciencias Naturales del Colegio de La Salle, el 9 de abril de 1948. Una parte mínima de la colección conserva con devoción filial el doctor Luis Montoya Largacha, hijo de doctor Montoya.

No fue el Profesor Montoya escritor en el sentido exacto del vocablo, pero manejaba la pluma con soltura y elegancia como lo comprueba el discurso que pronunció con motivo de la clausura de estudios en la Universidad Nacional, en 1879. Este discurso se recomienda no sólo por su factura literaria sino por las anotaciones que contiene sobre la necesidad de emplear los recursos de la ciencia en la agricultura.

Llamó la atención el profesor Montoya sobre la necesidad de adelantar el desarrollo industrial del país sobre bases técnicas, apartándose de toda improvisación y contando ante todo con la paz nacional quebrantada por frecuentes guerras fratricidas que, valga la verdad, se apartaban profundamente de la violencia criminal que en años posteriores ha venido azotando a la república.

Si las observaciones y consejos del sabio profesor hubieran sido atendidos muchos dislocados esfuerzos y pérdidas de vidas y recursos se habrían evitado.

Con cuánta razón dijo entonces el doctor Montoya: "¡Qué beneficios no traen a nuestro país el estudio razonado y científico de la agricultura! Si el que confía sus intereses a la tierra supiera buscar en los datos que suministra la química, la geología, la meteorología, la seguridad necesaria para aumentar y mejorar sus productos; si no confiara las semillas al suelo antes de saber si éste es propio para recibirlas; si estableciera las siembras en rotación conveniente de manera que la una devolviera a la tierra lo que la otra le quita; si empleara los abonos propios para cada clase de producto o terreno, o las mejoras que éstos requieren, según su composición, cuántas pérdidas no se evitarían, cuánto trabajo infructuoso, cuánta ruina!".

Anotó, además, a la necesidad apremiante de no atenerse los colombianos al monocultivo como única fuente de riqueza y, para el efecto, indicó la conveniencia del cultivo del algodón señalando como uno de los mejores el llamado *lengupa*, notable por la calidad de su fibra que fue empleada, según expertos en la materia, en la fabricación de los ornamentos sagrados que sirvieron para la celebración de la primera misa en Santafé. Además del algodón, que es una riqueza efectiva, el doctor Montoya esbozó en su discurso un programa sobre explotación de nuestras riquezas minerales en general y de las salinas de Zipaquirá en particular, refiriéndose de paso a la conveniencia de darle impulso a la industria del ácido sulfúrico y de la siderúrgica, que hoy son una realidad.

Ciertamente el doctor Montoya fue ilustré como hombre de ciencia y como ciudadano. Militó en las filas del partido liberal y sirvió a su causa política con desinterés, con abnegación y con absoluto desconocimiento de todo sectarismo. Nunca recibió de sus copartidarios distinciones que hubieran posiblemente interferido su consagración al estudio y su afán por adoctrinar a la juventud.

Modelo fue también como hombre de hogar. El 24 de septiembre de 1884, contrajo matrimonio con doña Mercedes Largacha, hija del doctor Froilán Largacha cuyos restos mortales guarda en preciosa urna cineraria Popayán, su ciudad natal, en el Panteón que honra a los varones notables de la capital del Cauca. Bien sabido es que el doctor Largacha, en su calidad de ministro del tesoro residente en Bogotá y de acuerdo con la ley del 9 de febrero de 1863 que organizó provisionalmente el gobierno de la Unión Colombiana, formó parte del ministerio integrado por cinco ministros, que ejerció el poder ejecutivo a partir del 10 de febrero del año citado. Este gobierno plural fue creado por la Convención de Rionegro mientras se expedía la nueva Constitución de la república. Posteriormente la Convención aprobó una disposición transitoria en virtud de la cual el presidente de la república sería elegido por la misma corporación. En la elección triunfó el general Tomás Cipriano de Mosquera en competencia con el general Eustorgio Salgar, Manuel Murillo Toro y Juan José Nieto. En el gobierno plural, de carácter transitorio, acompañaron al doctor Largacha en su calidad de ministro del tesoro, el general Santos Gutiérrez, ministro de lo interior; el general José Hilario López, ministro de relaciones exteriores; el general Eustorgio Salgar, ministro de hacienda y el general Mosquera, ministro de guerra.

Doña Mercedes de Montoya descendía de los Largachas, originarios de Arciniega, en Alava, tronco de don Manuel de Largacha y de doña Juana Angulo y Gorbea, que vinieron de España a Popayán a mediados del siglo XVIII. Era sobrina de doña Bartola, madre del general Julián Trujillo, ex-presidente de la república, cuyos restos reposan también en el panteón de Popayán.

La descendencia del doctor Montoya es numerosa, pues, aparte de la línea recta de la sangre, descienden también de él en el campo de la ciencia muchos colombianos que han ocupado lugar distinguido entre sus conciudadanos. Basta citar para el efecto a Ricardo Lleras Codazzi, Jorge Martínez Santamaría, Federico Lleras Acosta, Jorge Ancizar Sordo, Antonio María Barriga Villalba, Julio Aparicio y José Vicente Azcuénaga. Otros, que no fueron sus discípulos directos, sí lo son por haber recibido sus enseñanzas de quienes oyeron las sabias lecciones del docto profesor y maestro. Entre éstos mencionamos al profesor Luis María Murillo, sabio entomólogo, cuyos trabajos científicos han traspasado los linderos de la patria.

La vida del doctor Montoya se presta como pocas para escribir un denso volumen que recoja en sus páginas la historia de un gran colombiano que consagró su tiempo y sus energías a la educación de la juventud y a la patria que en vida le rindió al sabio modesto honroso homenaje cuando la Asamblea de estudiantes le otorgó el merecido título de maestro de la juventud, el 20 de septiembre de 1920.

Vencido más que por los años por un intenso trabajo, el doctor Montoya falleció en Bogotá el 18 de agosto de 1922. El Congreso Nacional expidió la ley 53 del mismo año que ordenó que un retrato al óleo del maestro fuera colocado en el salón de actos de la Facultad de Medicina y Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, y recomendó su vida y sus virtudes como dignas de imitarse.

Quien estos apuntes escribe conserva vivo en su recuerdo la figura del doctor Montoya, de Don Paco, como lo llamaban sus amigos y discípulos. Pulcro en el vestir, afable en su trato, pausado al caminar, todo en él revelaba al gran patriota, al hombre de ciencia.

LUIS MARTINEZ DELGADO

## IN MEMORIAM

---

### DANIEL ORTEGA RICAURTE

El día 2 de diciembre del año próximo pasado, falleció en Bogotá el Dr. Daniel Ortega Ricaurte, Miembro de Número de la Academia y perteneciente a otros centros científicos y culturales del país. Con su muerte pierde Colombia a uno de sus más destacados hombres de estudio, que prestó invaluable servicios a la ciencia y que hizo muy significativas contribuciones al conocimiento sistemático del territorio colombiano, a la justa delimitación de sus fronteras y al esclarecimiento y divulgación de los hechos históricos nacionales.

El nombre del Doctor Daniel Ortega Ricaurte está estrechamente vinculado a las empresas de progreso patrio y al adelanto de nuestras instituciones culturales. Ingeniero en el plan vial del país, catedrático de astronomía y geodesia en la Universidad, ingeniero de distintas comisiones de límites, consejero en varias delegaciones diplomáticas enviadas al exterior, investigador de la historia, la geografía y otros aspectos de la realidad nacional; tales fueron, entre muchos otros, los títulos que le valieron al Dr. Ortega Ricaurte para ser llamado con justicia a formar parte de numerosas corporaciones científicas de Colombia y del exterior.

La Academia Colombiana de Ciencias Físicas y Naturales contó entre sus mejores miembros al Dr. Daniel Ortega Ricaurte, quien, desde las posiciones directivas, contribuyó notablemente al progreso de la entidad. La Revista, cuyas páginas apostrofió con sus artículos y comentarios, rinde hoy tributo de admiración a su memoria y a su obra.

### CALIXTO TORRES UMAÑA

El fallecimiento del académico numerario Dr. Calixto Torres Umaña, acaecido en diciembre pasado no solamente priva a la Academia de su eficaz y oportuna asistencia, sino que constituye a la vez una sensible pérdida para el cuerpo médico nacional.

La práctica de la medicina significó siempre para el ilustre galeno una oportunidad de hacer el bien entre sus semejantes y para adelantar investigaciones en el campo de la biología humana, a las cuales tuvo especial predilección desde los comienzos mismos de su ejercicio profesional.

Nutrición infantil y pediatría en general fue el objetivo principal en la tarea investigativa del Dr. Calixto Torres Umaña, en el cual logró valiosas aportaciones al progreso de la medicina. Sus trabajos merecieron el aplauso en congresos científicos internacionales y afianzaron su prestigio de hombre de estudio. En sus últimos años, el Dr. Torres Umaña, después de haber ejercido posiciones rectoras en la orientación de la medicina en Colombia, se consagró a la cátedra desde la cual alentó siempre a las nuevas generaciones en la inquietud científica y en la misión social de la práctica profesional. Miembro Numerario de la Academia, la entidad deplora su fallecimiento y exalta sus virtudes ciudadanas y su interés por la investigación científica.

---

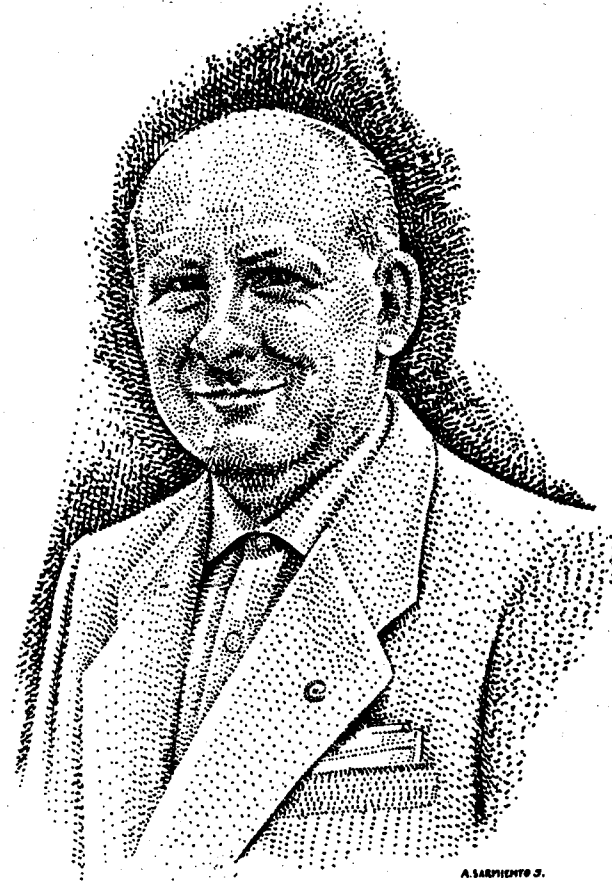
# A LA MEMORIA DE ADOLFO CREVECOEUR

Por J. DE WALASCHE

de la Sociedad Real de Entomología de  
Bélgica <sup>1</sup>.

*Las grandes virtudes humanas y científicas de ADOLFO CREVECOEUR fueron reconocidas y exaltadas por la ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES, cuando le eligió por aclamación como su MIEMBRO HONORARIO.*

*La Dirección de la Revista reproduce en estas páginas la oración fúnebre pronunciada por el doctor WALASCHE, como tributo de admiración y de afecto al sabio colega desaparecido, como ofrenda a su distinguida viuda y colaboradora, y como homenaje a la REAL Y CENTENARIA SOCIEDAD DE ENTOMOLOGIA DE BELGICA, por muchos títulos admirable.*



ADOLFO CREVECOEUR

1895 - 1959

ADOLFO CREVECOEUR nació el 20 de mayo de 1895, en IXELES, Bruselas. Aunque estaba destinado a la carrera administrativa, después de sus brillantes estudios, se entusiasmó con las lecturas de Fabre, y a partir de tal entretenimiento, comenzó la observación de los Himenópteros, viniendo a formar parte de nuestra Sociedad en 1923. En el mismo año dio comienzo a su larga serie de observaciones y sobre todo a sus estudios etiológicos. Para todos sus trabajos de investigación contó en todo momento con la ayuda muy comprensiva y consagrada de su esposa. ¡Qué largas observaciones durante los fines de semana! ¡Cuánta paciencia en las investigaciones que no podían realizarse sino en lugares áridos, bajo el ardiente sol, condiciones esenciales a la actividad de las avispas predatrices y de las abejas solitarias! Pero como recompensa, ¡cuántos problemas importantes resueltos!

El Orden de los Himenópteros, sobre todo el que concierne a los Aculeatos, ¿no contiene acaso los animales que presentan al biólogo y al psicólogo los problemas más asombrosos y los más arduos?

<sup>1</sup> Discurso pronunciado en la Real Sociedad de Entomología de Bélgica y editado en el Boletín de esa institución.

Se define al hombre como "Un ser que sabe emplear una herramienta"; pero, ¿no observamos que las avispas predatrices emplean un guijarro pequeño para apisonar la tierra en donde han de colocar sus huevos?

¿No se observa que los himenópteros poseen facultades mentales, de orientación, por ejemplo, superiores a las del hombre?

Pero al lado de estas orientaciones, cuántos comportamientos que son cuasi mecánicos, y que implican a menudo la huida de estos insectos ante el peligro inminente, de donde emanan muchas discusiones sobre la preponderancia del instinto a la de una inteligencia rudimentaria.

Además, las publicaciones de nuestro sabio colega dieron origen, al conocerse, a interesantes controversias entre VERLAINE y THOMAS, quienes se interesaron en estas cuestiones con un verdadero ardor combativo.

No contento con ocuparse de la etiología, A. CREVECOEUR se interesó también en la fauna de los Aculeatos belgas. Aprovechando sus vacaciones, que sacaba en épocas propicias, recolectó en numerosas regiones del país especies raras o poco conocidas. Fue él uno de los primeros exploradores de los contornos de Brujas, donde a pesar de la degradación de la fauna de los Flandes, debida a la superpoblación humana, pudo encontrar especies ignoradas. Yo fui muchas veces testigo de la alegría con que recibía de sus colegas especies bastante raras, como Eummenes Coarctata, capturadas por ellos, que el azar me hizo descubrir y que le sirvió para completar sus colecciones. Encontró él un colaborador muy activo para su género de investigaciones en la persona de nuestro colega M. P. MARECHAL.

De la combinación de sus trabajos nacieron numerosas "Listas" y "Materiales" que habían de servir para una nueva clasificación de los "Himenópteros de Bélgica", aparecidos en nuestra revista de 1925 a 1939.

En 1933, como muestra de alto aprecio de sus cualidades, sus colegas lo llamaron a la importante y a la vez absorbente posición de Secretario, función que cumplió con ejemplares celo y modestia durante 14 años.

Y aquí no se detuvo su hermosa actividad de Naturalista del campo. Sus observaciones, parte principal de su obra, son un modelo de ciencia precisa, sin ideas preconcebidas.

Como A. Crevecoeur deseaba tener la más completa documentación sobre los insectos que él estudiaba y clasificaba en una colección muy rica, hecha con sumo cuidado, se dedicó al estudio del italiano y del español, lenguas que asimiló bien.

Nombrado Vice-presidente en el año de 1947 y Presidente en 1950 y 1951, se distinguió por dos notables discursos inaugurales, importantes desde todo punto de vista. El Gobierno belga, como justo reconocimiento a los múltiples servicios prestados por él a la ciencia, lo hizo miembro de la Orden del Rey Leopoldo, en el grado de Comendador, y el Ministerio del Interior lo nombró Inspector General.

Su profesión le absorbía, entonces, la mayor parte de sus horas. A pesar de que podía consagrar muy poco de su tiempo a la entomología, gastaba sus ratos libres en descubrir nuevas familias de himenópteros, día a día, más pequeños y también más difíciles de estudiar, tales como los Calcídeos y los Cinípedos. Recopilaba nuevos documentos, esperando consagrar en ellos su tiempo, cuando sonara para él la hora bien merecida de su retiro.

Su perspicaz inteligencia no estaba orientada únicamente hacia la zoología. Había coleccionado en su agradable morada, lindas maderas que encantaban por sus hermosos colores la mirada de los visitantes.

Por otra parte, era atraído de inmediato por sus libros, todos bellamente empastados y clasificados de acuerdo con un método riguroso. Nada en su casa se dejaba descuidadamente; nada de ese dinamismo muy desordenado que a menudo muestran algunos coleccionistas. En su casa pude apreciar considerables documentos etiológicos: tallos huecos, nidos, y gran variedad de objetos, difíciles de conservar, debidamente numerados con sus etiquetas respectivas y conservados con cuidado, como prueba de sus observaciones.

Gustaba mucho de los viajes y por ello había recorrido numerosas regiones de Europa. Su último deseo era poder visitar a Grecia, cuna del verdadero pensamiento científico, pero esta gloria le fue vedada.

Desde un año antes de su muerte, su salud que siempre había dejado algo que desear, fue quebrantada por dificultades muy inquietantes de difícil diagnóstico. Se hizo necesaria una junta de Médicos, quienes declararon que una grave operación sería indispensable, con algunas posibilidades de éxito. A. Crevecoeur afrontó esta difícil prueba con la calma de un sabio y con aquel coraje que lo caracterizaba dio todas las instrucciones pertinentes a su deceso eventual.

Desgraciadamente, las esperanzas fueron frustradas, puesto que su fallecimiento se produjo algunos días después de la operación.

Al expresar nuestro sentimiento de condolencia a su señora esposa y a su familia, nos inclinamos reverentes ante la memoria de nuestro querido Presidente, que fue un servidor fervoroso del país en tiempos difíciles y uno de los más eminentes entomólogos belgas de los tiempos contemporáneos.

## LISTA DE LAS OBRAS Y ARTICULOS CIENTIFICOS ESCRITOS POR

## ADOLFO CREVECOEUR

- 1925 *Les Osmies de la Belgique* (C. Osmia Pz.). (Bull. Ann. Soc. Ent., Belg., LXV, 183-249).
- 1927 *Remarques éthologiques sur quelques Hyménoptères* (Loc. cit., LXVII, 306-309).
- 1929 *Id. II* (Loc. cit., LXIX, 356-366).
- 1930 *A propos des ouvrières pondeuses dans les ruches d'abeilles publié dans Lambillionè revue mensuelle des Entomologistes. Belges* Febrero 1930.
- 1930a *Y a-t-il coexistence normale de la reine et d'ouvrières pondeuses dans les ruches d'abeilles?* (Loc. cit., LXX, 209-215).
- 1930b *Recherches biologiques sur Smycromyrme (Mutilla) rufipes F. (Hym. Mutillidae)*. (Loc. cit., LXX, 271-284).
- 1931 *Le maraudage occasionnel, tendance au cleptoparasitisme chez divers Psammocharidae (Hym.)*. (Mém. Soc. Ent., Belg., XXIII, 183-187).
- 1931 *Note sur la Biologie de l'Oxybelus bipunctatus oliv. (Him. Sphegidae)*. (Loc. cit., LXXI, 187-192).
- 1932 *Recherches biologiques sur Ammophila campestris Jur. (Hym. Sphegidae)*. (Bull. Ann. Soc. Ent., Belg., LXXII, 164-176).
- 1938 *Note sur la biologie de Bracon guttiger Wesm. (Hym. Braconidae)*. (Loc. cit., LXXVIII, 149-153).
- 1945a *Note sur la biologie d'Odynerus (Lionotus) delphinalis Gir (Hym. Vespidae)*. (Loc. cit., LXXXI, 62-68).
- 1945b *Nouvelles observations sur la nidification de Pompilus plumbeus F. (Hym. Pompilidae)*. (Loc. cit., LXXXI, 157-162).
- 1946 *Biologie de Bruchophagus gibbus Bob (Hym. Chaicdudea)*.
- 1948 *Note sur la biologie d'Odynerus (Symmorphus) debilitatus Sauss (Hym. Vespidae)*. (Loc. cit., LXXXIV, 18-25).
- 1948 *Cooreman J. et A. Crèvecoeur — Le cycle Biologique de vida concellaria Cooreman (Acaridae Enslineiellidae). Acarien vivant dans les nide de cerceris cerceneria (Hymenoptera Sphecidae)*. (Loc. cit., LXXXIV, 277-283).
- 1950 *Sur deux Braconides parasites de Rhynchaenus (Orchetes) fagi L. (Col. Curcul.)*. (Loc. cit., LXXXIV, 230-232).
- 1951a *Nids et proies des Sphegides de Belgique (esquisse d'éthologie comparée)*. (Loc. cit., LXXXII, 8-22).
- 1951b *Note sur la biologie d'Eurytoma (Bruchophagus) onomis Mayr.* (Loc. cit., LXXXVII, 148-150).
- 1952 *Le psychisme des Hyménoptères vespiformes et mellifères*. (Loc. cit., LXXXVIII, 9-19).  
En collaboration avec P. Maréchal:
- 1927 *Liste d'Hyménoptères intéressants capturés en 1926*. (Bull. Ann. Soc. Ent., Belg., LXVII, 138-141).
- 1928 *Liste d'Hyménoptères intéressants, la plupart capturés en 1927*. (Loc. cit., LXVIII, 171-175).
- 1929 *Liste d'Hyménoptères intéressants, la plupart capturés en 1928*. (Loc. cit., LXIX, 166-171).
- 1931 *Matériaux pour servir à l'établissement d'un nouveau catalogue des Hyménoptères de Belgique*. (Loc. cit., LXXI, 101-116). Bull. Ann. Roy. Ent., 95, IX-X, 1959.
- 1932 *Id., II*. (Loc. cit., LXXII, 61-81).
- 1933a *Id., III*. (Loc. cit., LXXIII, 143-159).
- 1933b *Id., IV*. (Loc. cit., LXXIII, 373-382).
- 1935 *Id., V*. (Loc. cit., LXXV, 395-412).
- 1936 *Id., VI*. (Loc. cit., LXXVI, 237-257).
- 1937 *Id., VII*. (Loc. cit., 445-456).
- 1938 *Id., VIII*. (Loc. cit., LXXVIII, 475-588).
- 1939 *Id., IX*. (Loc. cit., LXXIX, 439-449).
- En collaboration avec J. DE WALSCHE:
- 1929 *Description de trois Hyménoptères gynandromorphes ou monstrueux*. (Bull. Ann. Soc. Ent. Bel., LXIX, 37-39, 3 fgs.).  
En collaboration avec A. VAN HOEGAERDEN:
- 1950 *Note sur la nidification de Megachile pyrenea Pérez (Hym. Apidae)*. (Bull. Ann. Soc. Ent., Bel., LXXXVI, 223-235).

# LA CIENCIA AGROPECUARIA FRANCESA

DANIEL MESA BERNAL

Director del Ministerio de Agricultura.  
Miembro de la Academia

*Desde la Colonia hasta la Patria Boba, y de ésta hasta las tres primeras décadas del presente siglo, nuestro pensamiento derivó su idearium de la cultura francesa; podemos decir con propiedad que Francia amamantó nuestra emancipación y permanentemente dio alas, no siempre aprovechadas, a nuestra cultura.*

*Pero no sólo nuestro país y la América Latina son deudores de Francia; leamos las palabras pronunciadas por el Presidente Kennedy en la emocionada recepción hecha a él y a su esposa, por de De Gaulle en París:*

*"He venido de América, la hija de Europa, a prestar tributo a Francia, nuestra más vieja amiga".*

*"La tierra de ustedes ha sido, desde antes del nacimiento de mi país, el manantial de la filosofía y las ideas occidentales; tanto que Benjamín Franklin solía decir: Todo hombre tiene dos países: Francia y el suyo propio". Y estos sentimientos del Presidente de los Estados Unidos podrían ser ciertos en boca de cualquier americano, desde Groenlandia hasta el Cabo de Hornos.*

*Esa cultura francesa que bebíamos desde la escuela primaria hasta la universidad, y que con afecto seguíamos devorando en nuestras asociaciones literarias, filosóficas y científicas, ha venido entibiándose por efecto de otras culturas más prácticas pero menos espiritualistas. Y es que solemos poner en estos afectos pasiones semejantes a las del amor, y no queremos ser poll-gamos! Cuántos beneficios sacaríamos, si la cultura, experiencias y automatismos con todos sus "robots", hasta la cibernética, predominantes hoy en todas nuestras actividades, pudieran incorporarse dentro de esa Alma Mater que ha hecho a Francia inmortal.*

*Como homenaje a este gran país y como contribución al conocimiento de su obra en el campo de las ciencias agropecuarias, dedicamos estas columnas a la visión panorámica hecha por el doctor Daniel Mesa Bernal, Director del Ministerio de Agricultura, por tierras de Francia y África Francesa.*

*Nota de la Dirección.*

## PRIMERO

### La educación agrícola en Francia

De Bélgica y posiblemente de Francia se copiaron los sistemas de educación para las Facultades de Agronomía de Colombia, pero que se sepa, desde entonces no se estudia la evolución de los métodos y sistemas de enseñanza agropecuaria en Europa para compararlos con los nuestros y proponer modificaciones de fondo o de forma según el caso.

Es necesario anotar que el título que se otorga en Francia es el de Ingeniero Agrónomo, y la orientación general de la carrera tiene semejanza con la de Colombia. Se diferencia por lo tanto de otros países de Europa en donde el sistema de educación es diferente. Por dicha razón es interesante allegar datos sobre la organización de la educación agrícola en Francia y otros países, pues ampliando un poco más el campo para buscar orientaciones se pueden obtener ideas valiosas y susceptibles de adaptarse a nuestro medio.

Por tal razón, se presenta a continuación, un resumen de los aspectos más importantes del sistema de educación agrícola en Francia y se hace especial hincapié en a) Requisitos académicos (educación pre-universitaria) para el ingreso a las Facultades de Agronomía y de Veterinaria. En algunos planteles es necesario el título de Bachiller, en otros, la aprobación del examen de admisión o concurso, es el único requisito. En el Bachillerato los últimos años tienen una marcada orientación, según la carrera que el aspirante desea seguir. Una vez, se termina el Bachillerato el alumno prepara durante dos o tres años, el concurso, o examen de admisión, el cual se hace sobre cierto número de materias básicas para la profesión que desea seguir. Las carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Agrícola en Francia, son relativamente cortas, ya que son dos o tres años, en contraposición con cinco años que se hacen en Colombia, ello se debe, a que

los primeros años en nuestras Facultades corresponden a los años de preparación del concurso. Sin embargo, es necesario anotar que la preparación matemática, en Francia es mucho más profunda que la nuestra.

Otro aspecto importante, que se tiene presente en el concurso, es la cultura general del aspirante, y se presta atención especial a que el estudiante escriba fácilmente el francés.

b) Formación del profesional. (Cultura básica y especialización). En las Escuelas se da una preparación general sólida sobre los distintos aspectos de la carrera. De acuerdo con las capacidades del alumno, puede más tarde especializarse en una de las Escuelas de aplicación. Este sistema es importante, ya que consiste en continuar sus estudios de especialización en otra Escuela, en donde se prepara durante uno o dos años, para optar un grado de especialización, en una de las siguientes Escuelas de aplicación: de Aguas y Bosques, Ingeniería Rural, de Haras, y de Agricultura Tropical.

En síntesis, puede decirse, que el alumno prepara durante dos o tres años el examen de admisión, cursa dos años o tres de agronomía, y se especializa en una escuela de Aplicación o en el Instituto Agronómico durante uno o dos años. Es decir que puede tardar en hacer la carrera de cinco a siete años.

c) Régimen interno de las Facultades (número de alumnos por curso, facilidades de prácticas y de investigación, limitaciones en cuanto a locales y equipos, etc.). Estos aspectos son de interés porque las limitaciones y los problemas son más o menos semejantes y la forma en que han sido resueltos pueden servir de norma o dar ideas para encarar situaciones semejantes.

Es importante destacar, que existe cierta semejanza entre las Escuelas francesas y las nuestras, en cuanto al título que se expide, capacidad de las Facultades, número de alumnos e idiosincrasia del estudiantado. El estudio de los sistemas educativos en varios países de Europa, en donde se presentan las semejanzas antes anotadas, puede ser de gran importancia para nosotros.

El autor desea expresar sus agradecimientos, a quienes le proporcionaron información, en las Escuelas que visitó, entre estas personas merecen especial mención los siguientes Profesores: Roger Blais, Director del Instituto Nacional Agronómico; Jean Lefand, Director de la Escuela de Horticultura; R. Fernando, Director de la Escuela Veterinaria de Alfort; Sauvel, Director del Instituto de Ganadería y Medicina Veterinaria de los países tropicales; al Director de la Escuela de Agricultura de Grignon; Gabriel Buchet, Director de la Escuela Nacional de Agricultura de Montpellier; al Director de la Escuela de Aplicación de Agricultura Tropical; Doctor Pérez, Director de la Facultad de Ciencias de la Sorbona; al Director de la Escuela de Ingeniería Rural; al Director de la Escuela de Molinería; al Director del Instituto de Investigaciones sobre el caucho; G. Aubert, Director del Instituto de Enseñanza e Investigaciones Tropicales de Bondy; al Director del Centro de Agricultura de Nogent; al Profesor G. Mangenot, Director del Instituto de Enseñanza e Investigaciones Tropicales en Adiopudume en la República de Costa de Marfil; y al personal de planta de la Escuela Nacional de Haras de la Tour du Pin.

A continuación se hace una breve reseña sobre las Escuelas que se visitaron:

#### *Instituto Nacional Agronómico.*

El Instituto Agronómico de Versailles fue creado por Ley del 3 de octubre de 1848, pero su duración fue corta ya que lo suprimieron por razones financieras y por considerarse en aquella época que la enseñanza superior no se justificaba para las necesidades agrícolas del país. La clausura se hizo el 17 de diciembre de 1852. A pesar de las razones antes mencionadas, el 9 de agosto de 1876 se abrió una Escuela Superior de Agronomía y un centro de Investigaciones Agrícolas. Desde esta época el Instituto Nacional Agronómico está a la cabeza en la Enseñanza Agrícola, y es posible que la única modificación notable que ha sufrido sea la de 1945, cuando los trabajos de investigación pasaron a formar un Instituto autónomo.

El Instituto atiende a la formación de profesionales capacitados para:

1 — Desempeñar cargos públicos en las siguientes actividades: Dirección General de Aguas y Bosques, Ingeniería Rural e Hidráulica Agrícola, Servicio de Haras, Servicios Agropecuarios, Escuelas Regionales de Agricultura, Sanidad Vegetal, Servicios de ultramar, Meteorología Nacional, etc.

2 — Adelantar la Investigación Agrícola de Francia y Ultramar.

3 — Formar administradores para trabajar con sindicatos, cooperativas, centros de estudios técnicos, servicios públicos y privados, tales como Bancos, Cajas de Crédito Funcionario, Crédito Agrícola, etc.

4 — Formar Directores de fábricas comerciales, como las productoras de materias químicas y biológicas, de abonos, insecticidas, yerbidas, fungicidas, antibióticos, maquinaria agrícola, etc.

5 — Dirigir el desarrollo de la actividad particular en agricultura; y

6 — Atender los servicios internacionales.

#### *Admisión.*

Es requisito indispensable para ser admitido, presentarse al concurso de admisión. Por lo regular, el número de aspirantes a primer año varía de 1.000 a 1.300 y el número que se acepta oscila entre 100 y 125. Del personal que ingresa a la Escuela, un 25 por ciento dura preparando el concurso un año, un 50 por ciento dos años, y un 25 por ciento tres años. El número de mujeres que ingresan a este Instituto es muy bajo, ya que entran de una a cuatro en cada grupo.

#### *Enseñanza.*

La enseñanza dura dos años, y comprende las siguientes materias:

#### *Ciencias técnicas para el Ingeniero.*

Mecánica aplicada, hidráulica agrícola, electrotécnica, maquinaria agrícola, construcciones rurales, topografía e industrias agrícolas.

#### *Legislación y Economía.*

Economía política, Economía rural, Sociología rural, Legislación rural, Contabilidad y Administración de empresas.

#### *Ciencias Físico-Químicas.*

Química, Física, Química orgánica, Química biológica, Química vegetal, y Química analítica.

#### *Ciencias Naturales aplicadas.*

Botánica, Biología vegetal y Ecología; Genética, Microbiología, Fito patología, Zoología, Anatomía y Fisiología animal, Geología, Ciencia del suelo.

#### *Técnicas Agrícolas.*

Mejoramiento de plantas. Agricultura general y especial, Viticultura y Fruticultura, Economía Forestal, Economía agrícola tropical, Zootecnia general, especial y comparada, y Agricultura comparada.

*Idioma:* Alemán, Inglés o Árabe.

#### *Enseñanza especializada.*

Al terminar satisfactoriamente los dos años en el Instituto el alumno puede especializarse en el mismo o bien pasa a una de las Escuelas de Aplicación. En el Instituto puede especializarse en una de las siguientes secciones:

#### *Sección Agrícola.*

En esta recibe entrenamiento para trabajar en los Servicios Agrícolas Departamentales, Escuelas de Agricultura, Sanidad Vegetal, en Organizaciones profesionales, o para ingresar a la Escuela de Haras

#### *Sección Científica.*

En ésta se especializa en alguna de estas actividades: Físico-química, Genética, Fitopatología, Entomología, Pedología, etc.

#### *Sección de Industrias Agrícolas.*

Los estudiantes se preparan para trabajar en industrias o fábricas en donde la materia prima es de origen Vegetal o bien en aquellas que se dedican a satisfacer las necesidades del agricultor.

En caso de que el estudiante no se especialice en el Instituto, pasa a continuar sus estudios a una de las Escuelas de Aplicación, que son: 1—Escuela de Aguas y Bosques. 2—Escuela de Ingeniería Rural. 3—Escuela de Haras. 4—Escuela de Ciencias Agronómicas y 5—Escuela de Agricultura Tropical.

En el Instituto las clases técnicas se complementan con conferencias, seminarios, trabajos de laboratorio, trabajos prácticos, etc. En el primer año hacen prácticas en una escuela de agricultura regional. Al finalizar el primer año, los estudiantes pasan dos meses en una explotación agrícola de Francia y al finalizar el segundo año y durante el tercero hacen trabajos en el Instituto, sobre la especialización que han tomado.

#### *Exámenes y Diplomas.*

El título de Ingeniero Agrónomo lo otorga el Instituto desde el 18 de febrero de 1892. Este título lo otorga únicamente este Instituto. Los alumnos que cursan allí tres años reciben además un certificado de especialización. Los dos mejores alumnos del Instituto obtienen una beca para completar sus estudios en Francia o en el exterior. Desde hace algunos años el mejor alumno realiza un año de prácticas en la República del Perú. El Instituto recibe auditores a los cursos y si desean pueden someterse a exámenes y recibir un certificado de estudios.

#### *Concurso de admisión.*

Para presentarse al concurso de admisión no se tiene en cuenta la edad del aspirante. El jurado es nombrado por el Ministerio de Agricultura quien hace los exámenes orales y escritos. Los exámenes escritos son la prueba eliminatoria que precede a los orales y versan sobre las siguientes materias:

<i>Materia</i>	<i>Duración</i>	<i>Coefficiente</i>
Matemáticas (1ª composición) . . . . .	4 h.	4
Matemáticas (2ª composición) . . . . .	4 h.	4
Francés (1ª composición) . . . . .	4 h.30	3
Francés (2ª composición) . . . . .	3 h.	4
Biología animal y Geología . . . . .	2 h.30	3
Biología celular y vegetal . . . . .	2 h.30	3
Física . . . . .	3 h.	3
Química . . . . .	2 h.30	3
Dibujo industrial . . . . .	3 h.	3
<b>Total . . . . .</b>		<b>30</b>



<i>Exámenes orales y prácticos.</i>	<i>Coficiente</i>
Matemáticas (1er. examen) . . . . .	5
Matemáticas (2º examen) . . . . .	5
Física . . . . .	6
Química . . . . .	6
Biología animal y geología . . . . .	6
Biología celular y Biología vegetal . . . . .	6
Geografía . . . . .	4
Idiomas . . . . .	4
Trabajos prácticos de Zoología, Botánica y Paleontología	6
Idioma (opcional) . . . . .	2
	—
<b>Total . . . . .</b>	<b>48</b>

Los exámenes escritos se hacen en 13 ciudades diferentes de Francia y Ultramar. Quienes los pasen se presentan al examen oral en el Instituto Nacional Agronómico en París. Los exámenes de idiomas se hacen sobre una o dos de las siguientes lenguas: Inglés, Alemán, Ruso, Español, Italiano o Árabe.

**Programa de las materias del concurso.**

**Matemáticas:**

Números reales, vectores; números complejos, polígonos y fracciones reales; función de una variable real, funciones de varias variables reales, cálculo de integrales, series, ecuaciones diferentes, geometría analítica, geometría infinitesimal, curvas derivadas del cono, cinemática, principios de mecánica, y mecánica del punto material.

**Física:**

Unidades mecánicas, estática de los fluidos, óptica, calor y electricidad.

**Química:**

Química general, mineral y orgánica.

**Ciencias biológicas:**

Biología celular, Biología animal, Anatomía, Fisiología, Zoología, Biología vegetal que comprende la morfología de las plantas vasculares y sistemáticas de los vegetales.

**Geología:**

(?) NO SE ENTIENDE LO ESCRITO.

**Francés:**

Se aprecia que el aspirante tenga un estilo claro, vocabulario preciso y sintaxis correcta.

**Idiomas:**

El examen obligatorio es sobre: Alemán, Inglés o Árabe, y el opcional sobre uno de los mismos idiomas o Ruso, Español e Italiano. En cada caso se hace examen escrito y oral y conversación.

**Geografía:**

Los exámenes se hacen sobre: Geografía general y Física (climatología y morfología), Geografía general humana (Geografía de ciudades y de industrias y movimientos de población) y Geografía regional.

**Dibujo:**

Se dibujan algunos objetos que se presenten a los aspirantes.

**Trabajos prácticos de Zoología, Botánica y Paleontología:**

Biología celular (Técnica del empleo del microscopio. Dibujos al microscopio. Técnica histológica. Reconocimiento de las diferentes fases de la división celular. Osmosis, plasmolisis, etc. Además, comprende la preparación de tejidos animales y vegetales).

En la parte concerniente a la Biología animal, se examinan los conocimientos sobre Anatomía, Fisiología, Embriología y Zoología general. En Biología vegetal se examina sobre morfología de las plantas vasculares y sistemática de los vegetales. En Paleontología se deben reconocer invertebrados fósiles.

**ESCUELAS DE APLICACION**

**Escuela Nacional de Aguas y Bosques de Nancy.**

Esta Escuela fue creada en 1824. La proporción de los alumnos que ingresan actualmente es así: una quinta parte son de la Escuela Politécnica, tres quintas partes del Instituto Nacional Agronómico y una quinta parte de los Ingenieros de trabajos de Aguas y Bosques.

**Escuela Nacional de Ingeniería Rural.**

Ingresan los diplomados del Instituto Nacional Agronómico y de la Escuela Politécnica que tengan notas superiores en un grupo de materias determinadas. Se admite, además, a quienes presenten concurso ya que cada año hay un cupo especial para éstos. Para los franceses y extranjeros existe la posibilidad de ingresar como asistente a los cursos.

La duración de los estudios es de dos años. La Escuela fue creada por Decreto del 5 de agosto de 1919 y funciona en París. Sus fines son los de formar Ingenieros capacitados para desarrollar diversos trabajos de Ingeniería rural, tanto en Francia como en los países de la Comunidad.

**Pensum**

Durante el primer año reciben los Ingenieros una instrucción técnica general, sobre las siguientes materias: Matemáticas, Resistencia de materiales, Termodinámica, Hidráulica general y máquinas hidráulicas, Topografía, Electrotecnia general, Electrotecnia aplicada, Geología aplicada, Hidrología aplicada, Hidráulica agrícola, Geografía humana, Metalurgia, Tecnología de maderas, Materiales y procedimientos generales de construcción, Arquitectura general, Obras de arte, trazado y construcción de terrazas, derecho administrativo, viabilidad agrícola y cemento armado.

**Segundo año.**

En el primer semestre hacen las siguientes materias: Suministro de agua potable, Química y Física de las aguas, Maquinaria agrícola, Tecnología de maquinaria, Diseño industrial, Construcción de motores térmicos, Construcciones rurales, Organización y administración de empresas.

En el segundo semestre, según la vocación y aptitud del alumno, se puede pasar a una de las siguientes secciones:

**1—Sección de equipo rural.**

Se cursa: Hidráulica fluvial, reagrupamiento de fincas pequeñas, técnica e instalación de frigoríficos, equipos frigoríficos en Francia y Ultramar. Comportamiento del frío en artículos de origen vegetal y animal, instalaciones de cooperativas, prácticas administrativas del servicio de Ingeniería Rural.

**2—Sección de maquinaria agrícola.**

Se estudia: Metalurgia, Tecnología de la maquinaria, Diseño industrial, Maquinaria agrícola, Resistencia de materiales aplicados a las máquinas agrícolas. Los alumnos adelantan prácticas de 6 semanas en las fábricas, de un mes en el centro de estudio y experimentación de maquinaria agrícola y 10 días en el centro técnico del aluminio.

**3—Sección de hidrología.**

Se hacen las siguientes materias: Hidráulica fluvial, Hidrología en los territorios de Ultramar, Pedología y Geología aplicada al territorio de Ultramar. Los dos años de estudio se completan con conferencias, seminarios, trabajos prácticos, excursiones y visitas. Los alumnos tienen varias prácticas en Laboratorios, excursiones, etc.

**Escuela Nacional de Haras.**

Esta escuela fue fundada en 1823 y es única en su género. La Escuela Nacional de Haras es ampliamente conocida en el mundo por su organización. La escuela tiene 1.125 hectáreas, de las cuales hay 682 en praderas, destinadas a caballares de pura sangre ingleses, anglo-árabes, trotones franceses, normandos de silla, percherones, etc. La misión principal de la Escuela, fuera de la enseñanza, es la de mejorar los caballares y asnales. La Escuela de Haras du Pin en Orne, atiende 21 centros. En la Escuela solamente recibe alumnos del Instituto Nacional Agronómico que han terminado el segundo año con notas superiores. Además se requiere tener menos de 25 años. Para ser oficial es necesario pasar el examen médico y de equitación. El número de oficiales que pueden graduarse anualmente está en función de las necesidades del país.

**Escuela Nacional Superior de Ciencias Agronómicas Aplicadas**

Esta escuela fue creada por Decreto del 21 de noviembre de 1946, con el fin principal de asegurar la formación de Ingenieros para los Servicios Agrícolas. Los egresados trabajan en Sanidad vegetal, establecimientos de enseñanza agrícola, servicios agrícolas, etc. El número de alumnos que recibe cada año es fijo, y son egresados del

Instituto Nacional Agronómico y de las Escuelas Nacionales de Agricultura. La duración de los estudios es de un año de especialización. La enseñanza comprende: formación administrativa y profesional y complementos de formación técnica, económica y social. La educación es complementada con seminarios, trabajos prácticos, ejercicios sobre el terreno, etc.

#### Escuela Superior de Agricultura Tropical.

La agricultura y la ganadería ocupan el primer lugar en la economía de la comunidad francesa. El desarrollo de las colonias está íntegramente vinculado a la producción agropecuaria y forestal. En 1899 el Ministerio de las Colonias creó un Jardín Colonial en París, el cual contaba con un centro de documentación, laboratorios de investigación, un herbario y colecciones de plantas tropicales en invernaderos y en salas de exposición, en las cuales se exhibían materiales de los territorios de Ultramar.

En 1902 se creó, anexa al jardín, una escuela de agricultura colonial. En 1921, tanto la Escuela como el Jardín pasaron a formar parte del Instituto de Agronomía de Francia de Ultramar. La Escuela recibió en aquella época un gran impulso y tomó como meta formar agrónomos e investigadores para atender los servicios de los Institutos de Fomento e Investigación que trabajan dentro de la Comunidad.

#### Organización.

Este establecimiento tiene dos secciones, la de producción agrícola y la de investigación, en las cuales los alumnos adquieren los conocimientos necesarios en cada especialización. En la primera sección se estudia todo lo relacionado con los aspectos técnicos y económicos de la agricultura de Ultramar, explotación de empresas, dirección de las mismas, etc. Los cursos duran un año, complementados con viajes, conferencias y prácticas, tanto en Francia como en los territorios de la comunidad. La segunda sección, o sea investigación, forma agrónomos especializados en Fitomejoramiento, Genética, Fitopatología, Entomología, Ecología, etc.

#### Categoría de los alumnos.

La escuela recibe alumnos franceses y extranjeros que tengan el título de Ingenieros de la Escuela Politécnica, Ingenieros del Instituto Nacional Agronómico, Ingenieros Agrícolas de las escuelas de Grignon, Rennes, Montpellier y Argel, Ingenieros de la Escuela Colonial de Agricultura de Túnez y de otras Escuelas que den un título profesional. Para los países de la América Latina reciben alumnos con el grado de Ingenieros Agrónomos. Los aspirantes extranjeros tienen un cupo anualmente, lo mismo que los auditores ya sean franceses o extranjeros.

Las materias que se dictan en la Escuela están agrupadas en cuatro secciones así:

1— Estudio del medio. Geografía física de las regiones de la Comunidad. Meteorología y elementos de ecología tropical, Pedología tropical, Fitogeografía y protección de la naturaleza, e Higiene humana.

2— Estudio de productos tropicales. Normalización de los productos tropicales de origen vegetal y su acondicionamiento comercial. Tecnología del transporte y conservación de productos tropicales.

3— Estudios generales sobre investigación y experimentación agronómicas, especialmente en relación con los objetivos de la experimentación y los métodos de obtención e interpretación de resultados. Ecología agrícola y pastoril de los países tropicales. Botánica sistemática, Complementos de Fisiología vegetal, Complementos de Biología vegetal y de Genética general, Biología y mejoramiento de los principales productos vegetales de las regiones tropicales. Complementos de Química biológica con aplicación a la agronomía tropical, Ingeniería Rural, aplicada a los países tropicales, técnica de las plantaciones, Economía forestal tropical, Zootecnia e higiene tropical, Fitopatología tropical, Entomología agrícola tropical y Organización de la producción agrícola, en cuanto se relaciona con la investigación, la enseñanza, la cooperación agrícola, y la vulgarización.

Agricultura especial, que comprende cursos sobre cultivos de corta duración, tales como: caña de azúcar, plantas oleíferas, té, café, cacao, vainilla, quina, fibras, caucho, gomas, cultivo y preparación del tabaco, pastos y forrajes, etc.

4— Administración, Economía, Crédito y Cooperativas agrícolas, y planeación. En esta sección dictan los siguientes cursos: Administración y finanzas de los territorios de la comunidad. Geografía económica y política de la Comunidad francesa, Sociología, Economía internacional, Financiación de empresas, Crédito, Cooperación y Contabilidad agrícola y Planeación.

Las calificaciones para la sección de producción se computan así:

Exámenes personales . . . . .	2
Exámenes generales . . . . .	5
Exámenes prácticos . . . . .	2
Nota sobre aptitud general . . . . .	1
<b>Total . . . . .</b>	<b>10</b>

En la sección de investigación el examen se computa así:

Examen personal . . . . .	2
Examen general . . . . .	4
Examen práctico . . . . .	3
Aptitud general . . . . .	1
<b>Total . . . . .</b>	<b>10</b>

Los cursos son complementados con trabajos prácticos, conferencias, prácticas de laboratorio, visitas a las fábricas, etc. La duración de los cursos es de dos años, en el primero se ven las materias ya anotadas, y en el segundo se hacen prácticas en alguna región tropical. Al finalizar el primer año, el alumno recibe un certificado de estudios y al terminar el año de prácticas en el trópico obtiene el título de Ingeniero de Agronomía Tropical.

#### Cursos de preparación.

La escuela tiene cursos de agricultura tropical en un nivel más bajo, pues con ellos sólo pretende preparar ayudantes de los Ingenieros. La duración de los estudios es de un año y al finalizar, el estudiante obtiene un certificado de estudios. La reglamentación de estos cursos es de fecha 6 de abril de 1946.

#### Escuelas Nacionales de Agricultura.

Las Escuelas de Agricultura que funcionan en Francia son las siguientes: Grignon, Montpellier, Rennes y Argel. La formación que se da en estas Escuelas es profesional. Los estudiantes se preparan para trabajar en la explotación de la tierra, o para profesores, ingenieros de servicio agrícola, investigadores, administradores de empresas, cajas de crédito, cooperativas, mutualidades, etc., para desempeñar cargos de químicos agrícolas, directores de industrias agrícolas, como lecherías, fábricas de abonos, de azúcar, de féculas, vinos, destilerías, y para las empresas de mejoramiento agrícola en la construcción de maquinaria, producción de semillas y para las Direcciones de las Granjas, etc.

Las escuelas admiten un determinado cupo de asistentes franceses y extranjeros, los cuales no tienen que presentarse al concurso. La duración de la carrera es de 3 años, y los aspirantes deben tener por lo menos 17 años.

#### Concurso de admisión.

Los exámenes escritos versan sobre las siguientes materias:

Materia.	Duración	Coficiente
Matemáticas . . . . .	4 h.	2
Francés . . . . .	3 h.	2
1º Ciencias Naturales . . . . .	3 h.	2
Física . . . . .	3 h.	2
Dibujo . . . . .	2 h.	1
2º Ciencias Naturales . . . . .	3 h.	2
Química . . . . .	3 h.	2

Los exámenes escritos se hacen en 21 lugares diferentes y son eliminatorios para los orales.

#### Exámenes orales.

Materias.	Coficiente
Matemáticas . . . . .	1
Física . . . . .	1
Química . . . . .	1
1º Ciencias Naturales . . . . .	1
2º Ciencias Naturales . . . . .	1
Geografía . . . . .	1

#### Idioma.

Puede ser Inglés, Alemán, Español o Italiano.

El concurso de Matemáticas consiste en: Álgebra, Trigonometría, Cinemática, Estática, Dinámica y Geometría.

#### Física.

Consiste en: Mecánica, estática de los flúidos, calor, óptica y electricidad.

El de *Química*, comprende la parte General y Mineral.

En *Biología celular*, se examina sobre Organización General y Fisiología, Embriología e Histología, Funciones de relación y nutrición, Zoología y Paleontología. Además, se hace examen práctico de: Botánica general, Taxonomía y Fisiología vegetal. Los exámenes de Geología consistentes en: Petrografía, Paleontología y Geología general. El de Geografía comprende la parte física y económica.

Los alumnos egresados de estas Escuelas pueden ingresar para continuar sus estudios en la Escuela Superior de Ciencias Agronómicas, en el Instituto Nacional de Investigación Agronómica, en la Escuela Superior de Agricultura Tropical y en la Escuela Forestal de Barres.

#### Escuela Nacional de Agricultura de Montpellier.

La Escuela inició sus tareas el 2 de noviembre de 1872 y desde aquella época ha atendido a la enseñanza agrícola, excepto durante los años de 1914 y 1918, o sea durante la primera guerra mundial. La escuela tiene una extensión de unas 25 hectáreas en donde se encuentran los campos experimentales, cultivos, frutales y un pequeño jardín botánico y dendrológico. Además, cuenta con una granja de 444 hectáreas dedicadas a diversos cultivos en Merle. Desde 1948 explota en Lavalette 237 hectáreas con varios cultivos, entre los cuales merece citarse la viña, los de cereales y especialmente los de irrigación.

Participa en los trabajos del centro regional de experimentación de *Loude*, que se dedica al mejoramiento de los cereales, y en la Estación de Genética del maíz, en St-Martin de Hinx (Lardes), que tiene 50 hectáreas para los trabajos de experimentación.

El número de alumnos que ha tenido la escuela, es así: desde 1873 a 1883 tuvo 457. En años posteriores sobrepasó en cada década a un millar de alumnos, para decaer entre los años de 1930 a 1950. De 1951 a 1958 tuvo 1.004. Los estudiantes que ingresan a la Escuela han terminado en Liceos y colegios. Generalmente preparan el curso de admisión durante dos años. El número de aspirantes sobrepasa anualmente a 700, de los cuales sólo admite 200. El personal que asiste a esta escuela es por lo regular del Mediodía, Su Oeste y Centro de Francia.

Un estudio de los graduados entre 1945 y 1950 demostró que los egresados se dedicaban a las siguientes actividades:

Agricultores . . . . .	68%
Enseñanza agrícola . . . . .	13%
Funcionarios diversos . . . . .	7%
Comercio agrícola . . . . .	6%
Profesiones diversas . . . . .	6%

De 1950 hasta hoy, estos índices han cambiado en la siguiente forma:

Agricultores . . . . .	25%
Enseñanza agrícola e investigación . . . . .	16%
Funcionarios diversos . . . . .	8%
Comercio agrícola . . . . .	26%
Maquinaria agrícola . . . . .	7%
Directores de cooperativas . . . . .	8%
Seguros privados . . . . .	4%
Profesiones diversas . . . . .	6%

#### Escuela Nacional de Horticultura.

Una de las Escuelas de Horticultura más antiguas de Europa es la de Versalles. Esta Escuela se encuentra cerca del palacio de Versalles, en los terrenos que escogió La Quintanye en 1678 para instalar el huerto del palacio, en que tenía especial interés Luis XIV. El huerto de frutales instalado allí y dirigido por La Quintanye, técnico reputado en su época y autor del libro "Instructions pour les jardins et potagers", pronto fue conocido como el mejor de Europa. Entre los muchos trabajos que pensaba desarrollar, se podría mencionar el estudio de la producción de espárragos, rábanos, coliflor, fresas, arveja y melones en diferentes épocas del año. En años posteriores se introdujo la piña y el café, con el fin de observar su comportamiento.

Durante la Revolución, el presupuesto fue insuficiente para sostener los jardines y la Convención decidió crear una Escuela Central de Horticultura. En 1848 el Gobierno de la República reorganizó la enseñanza agrícola y dividió las escuelas regionales y la Escuela Superior de Agricultura o Instituto Nacional de Agronomía instalado en Versalles en 1849, que fue suprimido en 1852. En 1871 la Sociedad de Agricultores de Francia comisionó al señor Charles Baltet para que informara al Gobierno sobre la horticultura y solicitara la creación de una Escuela. El 16 de diciembre de 1873 se aprobó la ley de creación y el 19 de diciembre de 1874 inició labores, que han venido desarrollándose normalmente hasta hoy. En 1927 se acordó otorgar el título de Ingeniero Hortícola en este plantel.

#### Concurso.

Todos los que desean ingresar a la Escuela, deben presentarse a un examen de admisión. Los extranjeros pueden ser admitidos sin pasar este requisito, pero en tal caso, el diploma que obtienen de Ingeniero Hortícola o el Certificado de Estudios, es a título de extranjero. También existe un cupo anual para los jóvenes que desean asistir como auditores.

Los exámenes del concurso de admisión son escritos y orales. Los primeros son eliminatorios para los orales. Los aspirantes estudian en las Escuelas regionales de Agricultura, en los liceos y colegios que tienen cursos especiales de preparación para el concurso de las Escuelas Nacionales de Agricultura y de Horticultura.

Los exámenes escritos son los siguientes:

Materia.	Duración	Coficiente
Francés . . . . .	3 h.	3
Matemáticas . . . . .	4 h.	2,5
Ciencias Naturales . . . . .	6 h.	3,5
Física y Química . . . . .	4 h.	2
Dibujo . . . . .	3 h.	1
		—
		12

#### Exámenes orales.

	Coficiente
Matemáticas . . . . .	1,5
Física y Química . . . . .	1,5
Ciencias Naturales . . . . .	2
Nociones de agricultura y horticultura . . . . .	1
Geografía . . . . .	1
Idioma (Inglés, Alemán o Árabe) . . . . .	1
	—
	8

Los exámenes de matemáticas versan sobre aritmética, álgebra, trigonometría y geometría. Los de Ciencias Naturales sobre Biología general, Biología animal, Zoología sistemática, Botánica, Fisiología vegetal y Geología.

#### Pensum.

Las materias del primer año son las siguientes: Agricultura general y especial, Fruticultura, Botánica, Climatología, Química, Dibujo, Idioma (inglés, o alemán), Matemáticas, Mecánica, Propagación de plantas y Zoología.

#### Segundo año:

Apicultura, Fruticultura, Botánica, Química, Horticultura, Dibujo, Economía hortícola, Entomología, Floricultura, Geología, Matemáticas, Fitopatología, Mecánica e Idioma (inglés o árabe).

#### Tercer año:

Arboricultura ornamental, Arquitectura de jardines, Fruticultura, Arte floral, Contabilidad, Cultivos tropicales, Dibujo, Floricultura de invernaderos, Genética, Ingeniería hortícola, Fitotecnia, Horticultura industrial y comercial, Idioma (inglés o alemán), Legislación, Patología vegetal, Represión de plagas y enfermedades y Edafología.

#### Formación técnica.

Los alumnos hacen prácticas durante las vacaciones en Francia o en el extranjero, en explotaciones hortícolas particulares o del estado. Estas prácticas son calificadas y es necesario presentar un informe.

#### Sección de paisaje y jardinería.

Por decreto del 15 de diciembre de 1945 se creó dentro de esta Escuela la Sección de Paisaje y Jardinería, que otorga el título de Paisajista. La duración de los estudios es de dos años y comprende cursos teóricos y prácticos, sobre diversos aspectos artísticos y agronómicos. Los egresados quedan capacitados para diseñar y dirigir los trabajos en las zonas verdes de las ciudades, campos de deportes, parques, jardines, arborizaciones de carreteras, autopistas, etc.

#### Pensum.

Las materias que cursan son las siguientes: Arquitectura y construcción, Dibujo de perspectiva, Legislación, Historia y teoría del arte de los jardines. Estudio de paisajes, Técnica de trabajo en los parques y jardines. Construcción de campos de deportes, trabajos públicos, Urbanismo y Empleo de vegetales.

Para ingresar a este curso se requiere ser Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Agrícola, Ingeniero Hortícola, o bien ser alumno calificado de las Escuelas de Arquitectura.

Los aspirantes que no tienen título profesional ni cursan una de las carreras anotadas anteriormente, pero que son bachilleres, pueden ingresar a este curso, siempre que pasen el concurso de admisión, que abarca las siguientes materias: Geología, Mineralogía, Botánica, Fisiología vegetal, Topografía, Arboricultura, Floricultura y Horticultura. La Escuela ha organizado clases para la preparación del concurso de admisión que dura un año.

#### Escuela de Molinería.

Esta escuela tuvo su origen en una institución privada, dedicada a la enseñanza técnica. La Escuela cuenta con dos secciones, una dedicada a la formación superior y otra a la preparación de obreros especializados. La sección superior funciona desde 1921, año en que inició labores la Escuela. Los egresados pueden desempeñar cargos superiores en la explotación técnica y comercial de los molinos. La segunda sección fue abierta en 1938 y está destinada a preparar obreros calificados para trabajar en los molinos.

La Escuela es un centro de estudios y de investigación en lo que se relaciona con trigo, harina, pan y los derivados de los cereales. Además, es centro de documentación para todo lo referente a cereales y sus derivados y para la formación de molineros.

Los estudios duran un año, pero se proyecta ampliarlos a dos años. Para el curso superior la Escuela recibe 30 alumnos, 5 auditores libres y 5 auditores profesionales. De los 30 alumnos, 5 pueden ser extranjeros. Los asistentes reciben clases, hacen los trabajos prácticos y pueden presentarse a exámenes a juicio de los directores de la Escuela, pero no reciben el título de Técnico en Molinería.

No se requiere ningún diploma para ingresar a la Escuela, sólo es necesario tener más de 17 años y pasar el examen de admisión, que versa sobre:

Materia	Coefficiente
Francés . . . . .	2
Matemáticas. . . . .	4
Física . . . . .	4
Química . . . . .	4
Molinería . . . . .	2

#### Exámenes orales

Materias	Coefficiente
Matemáticas. . . . .	4
Física . . . . .	4
Química . . . . .	4
Molinería . . . . .	2

En los exámenes escritos se aprecia la claridad, el estilo y la ortografía del aspirante.

#### Materias.

Las materias que se cursan son las siguientes: Molinería aplicada y Tecnología de la molinería. Química y Tecnología aplicada al trigo y a la harina del pan. Máquinas térmicas y eléctricas. Motores hidráulicos. Resistencia de materiales, Química biológica, Botánica aplicada, Zoología aplicada a los cereales y a la harina del pan, y Diseño industrial aplicado a la molinería.

Contabilidad, Economía política, Derecho comercial, Legislación del trabajo, Legislación fiscal, Legislación molinera, transportes, Represión de fraudes y Seguros.

La formación se complementa con visitas a molinos, panaderías, bizcocherías, fábricas de pastas alimenticias, conferencias técnicas, etc.

#### Sección para la formación de obreros.

En esta sección, el alumno cursa tres años en la Escuela y el cuarto trabaja en un molino. Se requiere para ingresar, aprobar el examen de admisión que consiste en las siguientes materias: ortografía, gramática y composición francesa y problemas de aritmética. Si el alumno desea ingresar al segundo año debe presentar un examen de admisión sobre: francés, física, química, aritmética, álgebra y geometría.

La enseñanza en esta sección comprende instrucción general y técnica; por ello contempla los siguientes cursos: francés, historia, geografía, moral, instrucción cívica, legislación, matemáticas, ciencias físicas y ciencias naturales. La formación técnica está asegurada por los siguientes cursos: Tecnología de la molinería, Química aplicada, Mecánica, Diseño técnico, y contabilidad.

#### Escuela de enseñanza técnica del caucho.

La Escuela fue creada por decreto del 9 de diciembre de 1943, para dar enseñanza especializada sobre la industria del caucho. La Escuela otorga diferentes títulos, de acuerdo con la preparación del alumno y las materias que curse. Los títulos que se obtienen en la Escuela son:

- 1 — Certificado de estudio sobre el caucho,
- 2 — Diploma de Técnico Especialista en caucho, y
- 3 — Diploma de Ingeniero del Caucho.

La enseñanza está en coordinación con la Escuela Superior de Agricultura Tropical. El Certificado se le otorga a las personas que han seguido el curso elemental. Los alumnos deben ser estudiantes de Escuelas Científicas o Facultades que se relacionen con ésta. Las clases duran hora y media y se dictan diariamente durante el año escolar. El título de Técnico del Caucho lo reciben las personas que tienen una licencia o diploma de las escuelas técnicas. La duración de este curso es de un año, y el alumno recibe conocimientos teóricos y prácticos sobre producción, fabricación y control de la industria de transformación. El estudiante hace trabajos prácticos para conocer la química, física y tecnología del caucho y del látex. El Diploma de Ingeniero del Caucho, se otorga a los diplomados de las Escuelas Nacionales Superiores que aprueban un curso de 18 meses. Durante los seis primeros meses hacen trabajos prácticos sobre conocimientos generales de: Química, Física y Tecnología del caucho y del látex. Las horas libres las dedican a hacer un trabajo bibliográfico. En el último año hacen un trabajo de investigación, bajo la dirección de uno de los profesores y además, adelantan estudios y ejercicios sobre instalación de talleres de fabricación, ejercicios sobre asuntos sociales, organización científica del trabajo, cálculo estadístico destinado a la aplicación de los conocimientos estadísticos y del cálculo de probabilidades en los fenómenos físicos y químicos y Enseñanza Industrial.

#### Escuelas de Veterinaria.

Existen tres Facultades de Veterinaria en Francia, que funcionan en París, Lyon y Tolouse. Son establecimientos de enseñanza superior y dependen del Ministerio de Agricultura. La Escuela de Lyon fue fundada en 1763 y la de Alfort que funciona en París en 1765. En las Escuelas se da instrucción teórica y práctica concerniente a todo lo relacionado con la producción, conservación y explotación de los animales. Se atiende en forma especial la enseñanza de higiene, medicina, cirugía y farmacia para los animales domésticos y la utilización y control de los productos de origen animal. La duración de los cursos es de cuatro años, y al terminar presentan una tesis para optar el título de Doctor en Medicina Veterinaria. Se requiere un curso de admisión para ingresar a la Escuela y presentar el diploma de Bachillerato. El aspirante no puede presentarse más de tres veces al concurso de admisión y no se admiten alumnos en la categoría de asistentes. Las materias para los exámenes escritos de admisión son las siguientes:

Materia.	Coefficiente	Tiempo
Francés . . . . .	2	3 horas
Física . . . . .	1	4 "
Química . . . . .	1	3 "
Biología animal . . . . .	2	3 "
Biología vegetal . . . . .	1	3 "

#### Exámenes orales.

Materia	Coefficiente
Física . . . . .	2
Química . . . . .	2
Biología animal . . . . .	2
Biología vegetal, Geología, Paleontología . . . . .	2
Biología vegetal y geología . . . . .	1

La preparación del concurso requiere por lo menos dos años. En el examen de francés se aprecia la claridad con que se escribe, lo mismo que el buen sentido, facultad de razonar, discernimiento, erudición y memoria. Además, se toma nota de los conocimientos sobre lógica, Filosofía de las ciencias y cultura general.

Los exámenes escritos se hacen en 16 lugares de Francia. Los extranjeros pueden ingresar sin someterse al concurso pero, en caso de nacionalizarse en Francia, deben presentarse al concurso, y tener el bachillerato francés.

La Escuela de Alfort mantiene estrecha relación con los centros de Investigación y juega un papel especial en la divulgación científica. Esta Escuela tiene más de 15 hectáreas, en donde están las clínicas especiales. Anualmente se examinan más de 12.000 animales,

entre perros, gatos, caballos, puercos, bovinos, etc. Recientemente se ha creado un curso de cirugía experimental y un banco de sangre animal.

Su biblioteca cuenta con más de 70.000 volúmenes entre los cuales se encuentran varios incunables, y las tesis de grado de más de 4.500 egresados. El Museo tiene interés, por encontrarse allí múltiples obras de arte, esculturas, pinturas, esqueletos, cráneos, piezas anatómicas, etc., de los más variados animales.

#### *Maestro en ciencias veterinarias.*

Los veterinarios extranjeros que cursan dos años en la Escuela Nacional en calidad de asistentes, reciben el título de Maestros en Ciencias Veterinarias.

#### *Escuela Ganadera de There.*

La Escuela Ganadera de There, es de tipo vocacional. Tiene por objeto preparar jóvenes para explotar técnicamente la ganadería. El objetivo que persigue esta institución es el de asociar la enseñanza técnica a la práctica agrícola, en función de las condiciones económicas de la región y de la época, y desarrollar la personalidad, el espíritu de iniciativa y el sentido de responsabilidad de los alumnos. La Escuela está situada a pocos kilómetros de Saint Lo, en el Departamento de la Mancha, y cuenta con 40 hectáreas destinadas a las prácticas de los estudiantes.

La duración de los estudios es de dos años y pueden ingresar alumnos internos, seminternos o externos, siempre que pasen el examen de admisión y tengan más de 16 años. Los exámenes de admisión son elementales y versan sobre ortografía, gramática, composición francesa y matemáticas. Al terminar el primer año, los alumnos deben trabajar en una finca por lo menos durante un mes, para poder ingresar al segundo año.

#### *Sección de especialización.*

La escuela tiene cursos de especialización sobre producción de bovinos y porcinos. El programa de estudios de la escuela para el primer año comprende las siguientes materias de cultura general y ciencias aplicadas a la agricultura: Francés, Geografía, Matemáticas, Dibujo, Física, Química y Botánica. Los cursos de agricultura son: Agricultura general, Agricultura especial, Horticultura y Avicultura, Alimentación animal, Genética y ganadería, Zootecnia especial, Sanidad vegetal, Maquinaria agrícola, Instrucciones rurales, Legislación y Economía rural.

Para el segundo año tienen los siguientes cursos de cultura general:

Francés, Geografía, Economía agrícola, Matemáticas aplicadas, Higiene humana, Moral y sociología. Los cursos de agricultura son: Estudio de praderas y plantas forrajeras, Anatomía y Fisiología animal, Alimentación animal, Genética y selección, Zootecnia especial, Higiene animal, levante y manejo del caballo, Tecnología de la leche, Economía rural, Administración y Contabilidad.

#### *Escuela técnica de Ultramar.*

Esta Escuela fue creada en 1908, para dar cultura de carácter general, es decir, sin miras a sacar especialistas. En esta institución el alumno recibe formación básica y puede adquirir conocimientos generales sobre una cualquiera de las siguientes actividades: comercio, agricultura e industrias. El fin principal es preparar personal para trabajar en los países de la Comunidad francesa, y por ello la Geografía y las Ciencias sociales ocupan un lugar importante. Para ingresar, se requiere pasar el examen de admisión y tener por lo menos 18 años. Al finalizar los estudios que duran tres años, el alumno recibe el diploma de técnico.

El primer año es igual para todos los alumnos, pero en el segundo, además de tomar los cursos de carácter general, que son obligatorios, los alumnos hacen una semi-especialización, en alguna de las actividades que se han mencionado. El número de aspirantes a ingresar a esta Escuela es cada año más grande. En 1958 se presentaron al concurso 126 e ingresaron 25. Los exámenes de admisión son sobre Francés, Matemáticas, Física, Química, Ciencias Naturales y Geografía.

Debe anotarse que quienes tengan una calificación baja en el examen de francés son eliminados.

La preparación agrícola se inicia desde el primer año y comprende una información de carácter general sobre Agricultura tropical, Silvicultura, Zootecnia, Topografía, Meteorología, etc. Algunas materias, como Genética, Química agrícola, Fitopatología y Entomología, son opcionales.

#### *Facultad de Ciencias de la Sorbona.*

La Facultad de Ciencias de la Sorbona, ocupa en Francia puesto destacado, por la sólida preparación que da a sus alumnos. Para ingresar a ella es requisito necesario el Bachillerato. Quien desee obtener el título de Licenciado en alguna rama del saber, debe poseer cinco certificados sobre diversas materias. El certificado comprende un grupo de materias afines. Generalmente el estudiante tarda cuatro años para obtener una licenciatura.

Existen certificados en Matemáticas generales y Física; en Matemáticas, Física y Química y en Ciencias Físicas, Químicas y Naturales.

## SEGUNDO

### La investigación agropecuaria en el Africa Francesa

El importante desarrollo agropecuario que se viene operando en el Africa Francesa se debe, en gran parte, a la labor adelantada por la O.R.S.T.O.M. (Oficina de Investigación Científica y Técnica de Ultramar) y a los Institutos descentralizados. Los trabajos que se adelantan en los territorios de la Comunidad Francesa están dirigidos y coordinados por un Consejo Superior de Investigaciones, el cual lo preside el Ministro de Ultramar. Este Consejo estudia principalmente los programas, presupuestos, y resultados obtenidos. La O.R.S.T.O.M. es una oficina con autonomía financiera, que adelanta un gran número de programas de investigación en los Centros Experimentales de los países de la Comunidad y que interviene en los consejos de los Institutos descentralizados. Los Institutos que trabajan en investigación y fomento agropecuario son:

IRHO — Instituto de Investigaciones de Aceites y productos Oleaginosos.

IFAC — Instituto Francés de Investigaciones Fruteras de Ultramar.

IRCT — Instituto de Investigaciones sobre Algodón y Textiles.

ICCT — Instituto Francés sobre Café, Cacao y otras Plantas estimulantes.

IRCA — Instituto de Investigaciones sobre Caucho, en Africa.

OTFT — Centro Técnico Forestal Tropical.

IEMV — Instituto Pecuario y de Medicina Veterinaria de los Países Tropicales.

Estos organismos tienen sus oficinas centrales y laboratorios en París, pero su actividad se desarrolla en los países de la comunidad, en los cuales tienen centros de investigación para desarrollar sus programas.

La O.R.S.T.O.M. fue el organismo que se encargó, con un interés que obliga mi gratitud, del desarrollo del programa que cumplí durante mi permanencia en Francia. Esta fue la institución que pude conocer más de cerca pues tuve más oportunidades para estudiar detenidamente las modalidades de su funcionamiento. Pude observar la organización de sus servicios, tanto en París como en las Repúblicas de Senegal, Sudán y Costa de Marfil, recibí información detallada de las investigaciones de laboratorio y de los trabajos en el campo, especialmente de los relacionados con las ciencias biológicas, y tuve la ocasión de admirar la completa dotación de equipos para la ejecución de sus distintos proyectos y de enterarme de los métodos y programas de formación de sus futuros investigadores.

La importancia que tienen este organismo y los Institutos Agrícolas que trabajan en los territorios de la Comunidad Francesa es considerable, ya que ellos son los que adelantan las múltiples investigaciones encaminadas a conocer y mejorar las condiciones de vida de los territorios de Ultramar; la trascendencia de sus trabajos y su responsabilidad, pueden evaluarse en su justa medida cuando se sabe, para hablar sólo de los territorios de la Comunidad Francesa, que la superficie donde desarrollan sus actividades equivale a unas veinte

veces la de Francia, es decir, aproximadamente 11.000.000 de kilómetros cuadrados. Antes de indicar los trabajos que viene desarrollando la O.R.S.T.O.M. y los Institutos, deseo presentar mis más sinceros agradecimientos por las amplias facilidades que tanto en Francia como en los países de la Comunidad que visité, me dieron para poder informarme de los diversos trabajos que se adelantan en materia agropecuaria.

Sería difícil indicar detalladamente todas las Instituciones y el personal que en una y otra forma contribuyeron a proporcionarme una interesante estadía en Francia y Africa Francesa; sin embargo, quiero mencionar especialmente los nombres del señor Bouvier, Jefe del Servicio de Asistencia Técnica y de Cooperación bilateral del Ministerio de Relaciones Exteriores, a cuya gestión debo la honrosa invitación de que he sido objeto; del señor Jean Jacques Juglas, Director General de la O.R.S.T.O.M., quien a pesar de sus múltiples actividades estuvo siempre atento al desarrollo y buen éxito de mi programa, y el del señor Roger Trintignac, Secretario General del mismo organismo, quien además de distinguirme con su honrosa amistad, me ha brindado el concurso de su experiencia, de su consejo, y me proporcionó todas las informaciones indispensables para el cabal cumplimiento de mi misión. Hago extensivo estos agradecimientos al señor Henri Reynaud, Jefe de Relaciones Públicas de la O.R.S.T.O.M., quien me acompañó durante todas mis visitas a los diversos institutos en París.

#### O.R.S.T.O.M.

La Oficina de Investigación Científica y Técnica de Ultramar fue creada por ley del 11 de octubre de 1943. Los orígenes de esta iniciativa se remontan a 1931 y 1937, cuando el Congreso para la Investigación Científica de las Colonias recomendó la importancia de adelantar trabajos técnicos en el territorio de la Comunidad.

Sin embargo, el primer centro de investigación que se fundó en el territorio de Ultramar fue en 1890; se trata de un laboratorio de microbiología localizado en Saigon, dirigido por el eminente científico Calmette y auspiciado por la alta personalidad científica de Luis Pasteur. Durante los cincuenta años siguientes se crearon varios servicios y organismos científicos, ubicados en diversos lugares de la comunidad. Su funcionamiento aislado, sin mayor coordinación, trabajando en un medio completamente desconocido, con problemas de origen administrativo, con presupuestos deficientes, sin estabilidad en los programas y sin un personal calificado para actuar en este medio, motivó la formación de la O.R.S.T.O.M. y de los Institutos, para trabajar en los más variados aspectos, ya que se ignoraban casi todas las condiciones del medio; por ello iniciaron trabajos en climatología, naturaleza y comportamiento de los suelos, importancia de los recursos naturales, variedades de plantas cultivadas, etc. Estos conocimientos básicos deberían obedecer a un plan bien estructurado para desarrollar una gran labor en favor de sus colonias. Francia tenía la imperiosa obligación de mantener una amplia investigación científica, para desarrollar la economía de los países de Ultramar, y así en 1937, el Ministerio de las Colonias expresó la necesidad urgente y el deber del colonizador de adelantar un gran plan de investigaciones. El Congreso para la Investigación Científica de las Colonias reunido en 1937 acordó: 1—Constituir la oficina de investigaciones científicas de Francia de Ultramar, para impulsar los servicios científicos; 2—Encomendar a la Oficina la formación científica y técnica del personal que trabajara en estas actividades; 3—Tomar las medidas necesarias para adquirir buenos técnicos e investigadores, e interesarlos en el trabajo de Ultramar, ofreciéndoles becas, facilidades para especializarse, mejorando las condiciones de vida y dándoles toda clase de facilidades para viajar a Francia periódicamente; y 4—Crear en los países de Ultramar centros de investigación, con consejos científicos que estudiaran los programas de trabajo, organización y colaboración con los otros territorios.

Con base en estos cuatro puntos acordados en 1937, se creó la Oficina seis años más tarde, la cual es un organismo descentralizado y viene adelantando un vasto plan de trabajo. Como dependencias de esta Oficina, en 1944 se establecieron cuatro centros científicos, en 1945 se crearon cinco y entre 1946 y 1955 quince. El presupuesto, ha sido mejorado año tras año, y así se puede anotar que en 1944 tenía 17,5 millones de francos; en 1953 subía a 489 millones; en 1954 ascendió a 770 millones. En esta forma ha continuado su aumento. La inversión en equipo, entre 1947 y 1955, era de 2.537 millones de francos.

El 26 de julio de 1946 apareció el estatuto del investigador para los territorios de Ultramar, el cual fue reformado el 19 de julio de 1951. En estos decretos se fijan las garantías que tienen los empleados que trabajan en los territorios de la Comunidad.

En 1953 inició la Oficina un nuevo período de actividades, ya que las dificultades presupuestales que se venían presentando, debido al

crecimiento acelerado que se había operado, fueron atendidas y se organizó el sistema presupuestal. Con el fin de reglamentar este asunto se dictaron varios decretos y el Ministerio de Francia de Ultramar quedó encargado de recibir los dineros y controlar directamente las actividades de los distintos organismos que trabajaban en los territorios de la Comunidad.

La financiación, es atendida por un fondo común, el cual es distribuido por el Ministerio de Francia de Ultramar, con la asistencia de un consejo administrativo.

La sede de la Oficina queda en París, y está atendida por un Director, un Secretario General asistente del Director, y por los Jefes de las diferentes oficinas de administración, tales como: Presupuesto, Contabilidad, Personal, etc.

El servicio de organización científica y la formación de investigadores dependientes de las oficinas centrales, tiene un Secretario, un cuerpo de investigadores y los servicios de enseñanza y documentación. Las comisiones especializadas prestan su concurso a la dirección, en la proyección y discusión de los programas, informan sobre el desarrollo de los mismos y analizan los resultados de las investigaciones.

La oficina central de París tiene adjuntos los siguientes servicios:

- 1—Laboratorio central de Geología,
- 2—Departamento de Investigaciones Sociológicas,
- 3—Secretario general del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Técnicas de Ultramar, y
- 4—Servicios tendientes a la dirección de la investigación, enseñanza y modernización rural.

#### Programa de trabajo.

Es necesario destacar que la actual organización, atiende a múltiples especializaciones, es decir que funcionan con un sistema polivalente, ya que adelanta investigaciones sobre los más variados aspectos. Sin embargo, se está estudiando una modificación de fondo con el fin de que la O.R.S.T.O.M. atienda únicamente lo relacionado con las ciencias agropecuarias. En realidad, en torno de los Centros de investigación agrícola se han adelantado muchos trabajos importantes, pero que están distanciados del trabajo agropecuario. Aunque el actual sistema ha dado buenos resultados, es claro que al incrementar los trabajos se hace necesario pensar en separar las actividades investigativas.

La organización actual abarca cuatro grandes grupos de trabajo, que comprenden las investigaciones relacionadas con el medio físico, biológico, humano y marino.

Dentro del *medio físico* se estudian los siguientes aspectos: Geofísica, Hidrología, Pedología, Bioclimatología, Ecología y Geografía física. Las ciencias que estudian el *medio biológico* son: Botánica tropical, Genética vegetal, Fitomejoramiento, Fisiología vegetal, Fitopatología, Nematología, Zoología, Entomología médica, Helmintología humana, Radiobiología, Agronomía general y Agrostología. En el *medio humano* se investiga sobre las siguientes ciencias: Nutrición, Alimentación, Demografía, Estadística, Geografía humana, Ciencias económicas y Psicosociología. En el *medio marino* se llevan a cabo investigaciones sobre: Hidrología aplicada a los peces, Oceanografía física y biológica.

Con el fin de dar una mejor idea sobre los múltiples aspectos que se investigan a continuación se presenta un resumen de los principales objetivos en que se trabaja en cada ciencia.

#### Geofísica.

Estudia la constitución física del territorio, para obtener un conocimiento mejor sobre los campos gravimétricos y magnéticos. Los centros que trabajan en este sentido están asociados a la organización internacional que estudia estos fenómenos y la forma como influyen en la vida humana.

#### Hidrología fluvial.

El objeto principal de esta sección es el estudio descriptivo del curso de las aguas, de sus variaciones, de las características de los suelos por donde corren, etc. El trabajo principal se relaciona con el estudio aplicado a los trabajos que se llevan en los ríos del Níger, Senegal, etc. Este servicio tiene más de 300 estaciones meteorológicas, que registran los datos diarios sobre temperaturas, humedad, lluvias, luminosidad, etc.

#### Pedología.

Esta sección de la cual es jefe el distinguido Profesor M. G. Aubert, ex-Presidente del Comité de la Unesco para el estudio de las Zonas Áridas, atiende todo lo relacionado con la ciencia del suelo, como fi-

sica, química, biología, clasificación, tipos de formación, evolución, laterización, etc. Esta dependencia es considerada como la más importante de la O.R.S.T.O.M., ya que da indicaciones sobre la utilización posible de los territorios y su valor agronómico, pastoril y forestal. Además, atiende lo relacionado con la conservación de los suelos.

#### *Bioclimatología.*

Se estudian las relaciones entre el clima y las plantas.

#### *Botánica.*

El estudio de la flora tropical está dirigido por el Profesor de la Sorbona señor Mangenot, y su principal tarea es el inventario y reconocimiento de la flora, sus variaciones geográficas, cambio de la vegetación según el clima y los suelos. Además atiende los trabajos sobre Agrostología y en asocio con la sección de Pedología adelanta las cartas de utilización de los suelos.

#### *Genética vegetal y mejoramiento de plantas.*

Busca las especies, variedades o híbridos de plantas que ofrecen desde el punto de vista de su utilización económica mejores posibilidades por su mayor producción, resistencia a las enfermedades, mejor adaptación, etc. Esta investigación reviste diversas modalidades y se lleva a cabo con un gran número de especies.

#### *Fisiología vegetal.*

Adelanta diversos estudios especialmente sobre nutrición de las plantas de cultivo, pero en general atiende diferentes investigaciones sobre la vida misma de las plantas.

#### *Fitopatología.*

El trabajo que adelanta es múltiple ya que estudia las enfermedades de las plantas de cultivo causadas por hongos, bacterias o virus.

#### *Zoología Agrícola.*

Estudia los problemas relacionados con las plagas y además hace el inventario de los insectos del territorio de la Comunidad, y de las plantas de que se alimentan. Además, se ha creado una Sección para estudiar las aves que constituyen un serio peligro para las cosechas y la forma de controlarlas.

#### *Entomología médica.*

Se ocupa de los insectos que transmiten al hombre las enfermedades tropicales, tales como paludismo, enfermedad del sueño, filariosis, etc. Además, estudia la mejor forma de controlar los insectos vectores de estas enfermedades.

#### *Radiobiología.*

Esta sección que es la más reciente de la O.R.S.T.O.M. estudia los efectos de las radiaciones sobre los organismos vivos, bien sean animales o plantas. Para adelantar este trabajo se utilizan radioisótopos de diferentes clases y rayos X. Poseen cobalto radioactivo, como fuente de rayos gama, que utilizan especialmente para medir, controlar y estudiar la protección contra las radiaciones. Esta sección tiene dos departamentos que son el de radiogenética y el de empleo de elementos radioactivos.

#### *Oceanografía biológica.*

La sección trabaja en la utilización de la pesca y estudia los animales marinos y sus relaciones con el medio. Entre sus metas se destaca el inventario cuantitativo y cualitativo de la fauna y la flora. Investiga principalmente las especies más importantes para el hombre, desde el punto de vista económico, y adelanta investigaciones biológicas de las principales especies, lo mismo que las modalidades de su explotación y establecimiento de los límites en que deben hacerse. La sección estudia igualmente lo relacionado con una bioeconomía marina, con el fin principal de suministrar en condiciones económicas alimentos suplementarios al pueblo africano.

#### *Oceanografía física.*

Se trabaja en estrecha relación con la sección anterior y su objetivo principal es estudiar las relaciones de la vida en los océanos y las condiciones físicas que le son favorables, tales como temperatura, salinidad, tenor de oxígeno, elementos nutritivos, corrientes, etc.

#### *Hidrobiología.*

Investiga en general todo lo relacionado con la piscicultura y la pesca en agua dulce, cuya importancia social es considerable en

Africa. Sus trabajos son comparables a los de la sección de Oceanografía biológica.

#### *Ciencias del medio humano.*

El principal objetivo de este Departamento es el conocimiento del hombre bajo todos sus aspectos: demográfico, económico, psicológico y social. Dado que la alimentación y la nutrición constituyen un factor esencial de la evolución del medio humano, han pensado crear una sección dedicada a estudiar estos aspectos.

La Oficina de Investigación Científica y Técnica de Ultramar tiene la responsabilidad de las investigaciones agronómicas en los territorios de la Comunidad, con los Institutos Agrícolas descentralizados; por ello se da mayor importancia a los trabajos sobre: fitomejoramiento, fertilización y defensa de los cultivos. Así se trabaja en las principales ciencias aplicadas que tienden a mejorar las condiciones agrícolas. Esta oficina atiende otros servicios importantes, como el de Ingeniería Rural, el cual entre sus múltiples actividades, está dedicado especialmente a la maquinaria agrícola, a la tecnología de los productos, normalización y represión de fraudes. Este último servicio tiene gran importancia ya que valora la producción agrícola de los territorios de Ultramar, y tiene las siguientes funciones:

1 — Estudia la revisión y preparación de normas con el objeto de evitar los fraudes, y participa en los análisis de los productos y su control.

2 — Estudia todo lo relacionado con la preparación y almacenamiento de productos, hasta el momento de la exportación.

3 — Investiga los diferentes aspectos concernientes a la utilización de los productos.

Además de los trabajos que se adelantan sobre las plantas alimenticias e industriales, se destaca la importancia de las investigaciones sobre las plantas aromáticas, medicinales, especies y las que se emplean en perfumería.

Los trabajos que se llevan a cabo en cada región han sido cuidadosamente estudiados con los consejos territoriales de la investigación científica y técnica, con el fin de determinar el orden de prioridad de los mismos y atender así, en forma preferencial, a las investigaciones que sean de mayor importancia para la región.

La oficina tiene en cada territorio un servicio polivalente, es decir dedicado a varias actividades, con un soporte administrativo que sirve a las diferentes investigaciones.

La O.R.S.T.O.M. viene cumpliendo, así, un importante papel en el desarrollo económico y social de los territorios de la Comunidad. Sus actividades se desarrollan por etapas técnicamente proyectadas y con bases firmemente establecidas pues sólo después de estudiar detenidamente los aspectos básicos, medio físico, vegetal, animal y humano, se orientan los trabajos hacia el mejoramiento de la agricultura y la ganadería, pero sin descuidar aquellas partes del conocimiento científico que no tienen aplicación inmediata en el medio en que se está trabajando. Es por ello que a los diversos centros del Africa van a trabajar periódicamente los Profesores de las Universidades de Francia que tienen interés en ciencia pura.

Es sabido, y la experiencia lo ha demostrado, que los trabajos de las zonas templadas no se pueden traspasar a los otros países tropicales, por ello la preocupación que ha tenido Francia desde hace años, en desarrollar la investigación en los países tropicales. Para esto se ha planeado en conjunto, armonizando las diferentes investigaciones con la meta de mejorar la situación actual de los países tropicales de la Comunidad, desde el punto de vista económico y social.

La característica de la O.R.S.T.O.M. ha sido la de servir, proporcionando asistencia técnica a los que le han solicitado su intervención.

#### **CENTROS DE INVESTIGACION DENTRO DE LA COMUNIDAD**

Un gran número de Centros de Investigación de la O.R.S.T.O.M. y de los Institutos Franceses trabajan en los territorios de Ultramar. En síntesis puede decirse que Francia dispone de 15 Centros y de más de 60 Estaciones, para trabajos de Investigación. Los Centros o Estaciones Experimentales están situados casi todos en la zona ecuatorial o tropical del globo terrestre y poseen todos los tipos de clima, desde desértico hasta el más húmedo.

Con el fin de dar una idea de la actividad que se ha desarrollado, se enumeran los más importantes:

#### *Africa Occidental Francesa.*

Los diversos Centros que trabajan en este extenso territorio, son los siguientes:

1º—Centro Geofísico de M'Bour. República de Senegal.

2º—Centro de Edafología e Hidrología de Ham, situado cerca de Dakar en la República de Senegal.

3º—Instituto de estudios polivalentes en Adiopodoumé situado cerca de Abidjan en la República de Costa de Marfil.

4º—Centro de Investigaciones Agronómicas de Bambey, República de Senegal. Se dedica a trabajos sobre plantas alimenticias especialmente millo y a trabajos sobre maní.

5º—Centro de Investigaciones arroceras en Koba, con Subestaciones en Kankan y Sefa para el estudio de arroz de secano, en Richard y Toll para trabajos sobre arroz irrigado y en Ibetemi para estudios de arroz.

6º—Una Subestación para el estudio de algodón, henequén y otras plantas en Bouké, República de Costa de Marfil. Tiene la Subestación de M'Pesoba.

7º—Las Estaciones de Lamé, Port Boué, Semé-Podji, Pobé, Grand Drewin y Dabou, están dedicadas a trabajos sobre la palma africana y el cocotero.

8º—La Estación de Foulaya-Kindia y las Subestaciones de Dalaba y Azague, trabajan en piña, banano y otras frutas tropicales.

9º—La Estación de Bimbresso cerca de Abidjan, (Costa de Marfil), está dedicada a trabajos sobre caucho.

10º—La Estación de Bingerville y Divo y las Subestaciones de Abenguorou y Akandjé, tienen a su cargo las investigaciones sobre café y cacao.

11º—La Estación de Seredou, se dedica a trabajos sobre plantas medicinales.

12º—La Estación de Zootecnia de Ségou (Sudán), adelanta diversas investigaciones sobre ganadería. El laboratorio de Dakar, atiende lo relacionado con las investigaciones patológicas y preparación de vacunas.

13º—Para el estudio de la Oceanografía, cuenta con las Estaciones de Dakar - Gorée, Port - Etienne, Conakry y Abidjan.

#### Togo.

El Centro de Lomé, atiende las investigaciones para Togo y Dahomey. Tiene todos los servicios agrícolas, y además, Entomología médica, Nutrición y Sociología.

#### Camerún.

Los siguientes Centros o Estaciones atiende la O.R.S.T.O.M. y los Institutos hasta el año próximo pasado:

1º—El Centro de Yaoundé para servicios agrícolas, Entomología médica, y Nutrición.

2º—Subestación de Hidrología de Marouc.

3º—Subestación Ganadera de N' Gaondoré.

4º—Estación Cacaotera de N'Koemvon.

5º Estación de cultivos de montaña (café arábigo, plantas medicinales, etc.) en Dschang.

6º—Centro de Investigaciones Agronómicas generales de N'Kol-bisson.

7º—Estación de palmas oleaginosas en Dibanbari.

8º—Estación para el mejoramiento del millo en Gaetalé.

9º—Estación bananera en N'Yambé.

10º—Estación algodonera en Garoua.

#### AFRICA ECUATORIAL FRANCESA.

El Instituto de Estudios Centroafricanos, instalados en Brazzaville, trabaja en agricultura, entomología médica, sociología e hidrología y controla las siguientes Subestaciones:

1º—Subestación de Oceanografía física y biología en Pointe Noire.

2º—Estación Geofísica en Bagni.

3º—Centro de estudios del Tchad para trabajos de agricultura y riegos.

4º—Estación frutera en Niari.

5º—Estación para el estudio de forrajes y textiles en Madingou.

6º—La estación de Loudima, atiende los trabajos sobre caña de azúcar, maní y frutales.

7º—En la Granja de Boukoko, trabajan en café y plantas alimenticias.

8º—Las Estaciones de Tikken, Banbari, Bassangin y Grimari, se dedican a la selección y mejoramiento del cultivo del algodón.

9º—En Farcha, cerca de Fort-Lamy, se atiende al mejoramiento del ganado.

#### MADAGASCAR.

Tienen un Instituto polivalente, es decir que concentra múltiples actividades, como el de Adiopodoumé y el de Brazzaville. Está ubicado en Tananarive. El Instituto atiende la investigación para Madagascar y la Isla de Reunión. Cuenta con las siguientes Subestaciones:

1º—Subestación oceanográfica en Nosy-Bé.

2º—Estación experimental para caña de azúcar, cacao, plantas para perfumería y pimienta.

3º—Estación para el estudio de la vainilla en Antalaba.

4º—Estación para investigaciones sobre café arábigo en Bealanana.

5º—Estación para el estudio de arroz, plantas alimenticias y forrajeras en Alaotra.

6º—Estaciones para trabajos de investigación en arroz, café y plantas forrajeras en Ivoloina, y en Ilak.

7º—Dependencia del Instituto de Investigaciones para algodón y henequén.

#### OCEANIA.

Existe un Instituto en Noumea (Nueva Caledonia), fue fundado en 1946. Sus investigaciones son repetidas en el sur del Pacífico, Islas Hébridias, Wallis, Futuna y Polinesia. Atiende investigaciones en Edafología, Hidrología, Geofísica, Oceanografía, Física biológica, Entomología (agrícola y médica), Fitopatología y Etnosociología.

#### GUAYANA FRANCESA.

Para los trabajos de investigación en la Guayana, existe el Instituto Francés de América Tropical, instalado en Cayena. Trabajan en Geología, Botánica, Química, Oceanografía, Edafología e Hidrología.

Sin lugar a duda, los trabajos de investigación y las obras realizadas han modificado el territorio africano de la Comunidad. En cuanto a la agricultura, se puede decir que los niveles de producción en muchos cultivos han aumentado notablemente; basta citar el café, el maní, la palma africana, etc.

Mediante los estudios oceanográficos se han encontrado nuevas especies de peces útiles al hombre y abundantes bancos de atunes. Según diversos estudios, los atunes explotables en el Pacífico pasan del billón de toneladas. Las construcciones de grandes obras para obtener energía eléctrica para el funcionamiento de potentes fábricas es notable en algunos lugares. Francia construyó los diques del río Kon-Kouré en Guinea y los del río Kouilou en el Congo Medio, que trasformaron por completo esas regiones. Las obras de irrigación en el Níger han incorporado a la agricultura 41.180 hectáreas. La mortalidad infantil ha disminuído, aunque no en una forma altamente satisfactoria, debido a la falta de profesionales, al bajo estandar de vida del nativo y a las costumbres de los mismos.

Es importante conocer los trabajos de agricultura en el Africa, ya que muchos de ellos pueden ser útiles a nuestro país.

Si bien es cierto que las condiciones del trópico en Africa y América pueden ser según la región diametralmente diferentes, también es cierto que muchas de las experiencias del Africa pueden ser de gran utilidad en América.

#### Instituto de Enseñanza e Investigaciones Tropicales de Bondy.

La O.R.S.T.O.M. fundó cerca a París el Instituto de Enseñanza e Investigaciones Tropicales, el cual tiene como principal función la preparación de los ingenieros agrónomos que van a trabajar en los territorios de Ultramar. En Bondy se especializan durante un año los ingenieros agrónomos y luego hacen el segundo año en Africa, en Adiopodoumé (Costa de Marfil). Las investigaciones que se llevan a cabo son, en general, trabajos de laboratorio que por su naturaleza y por el costo del equipo que requieren, se considera más conveniente realizarlos en este Instituto. Además, este Instituto analiza las informaciones obtenidas de la investigación en los diferentes países, para coordinarlas y planear los trabajos experimentales en Ultramar. El Instituto sirve de centro de especialización y consulta, ya que a él vienen los técnicos que trabajan en Ultramar a reunir documentación, a discutir sus dudas, a redactar o terminar sus trabajos, etc.

El Instituto tiene 25 hectáreas, en donde se llevan a cabo diversos trabajos sobre Genética, Fitopatología, Suelos, Fisiología, Botánica, etc.



El edificio principal dedicado a las oficinas y laboratorios tiene un área de construcción de 170 x 15 metros. Los laboratorios están excelentemente equipados.

Su director es, desde 1954, el Profesor M. G. Aubert, ampliamente conocido en Europa por sus trabajos sobre suelos tropicales, y quien ha organizado varias conferencias panafricanas para tratar problemas relativos a los suelos de ese continente.

Las diferentes secciones que tiene el Instituto son: Física y Química de suelos, Microbiología de los suelos, Erosión y Conservación, Espectrografía y rayos X, Genética, Entomología, Fisiología vegetal, Fitopatología y Cartografía. Se encuentran igualmente allí los servicios centrales de Hidrología fluvial, Geofísica y Oceanografía biológica. Los trabajos de Botánica del señor G. Roberty son de importancia para conocer la flora del África. Los mapas sobre la vegetación del África Occidental, publicados a la escala 1/200.000, constituyen un importante trabajo y una guía para el conocimiento y estudio de las posibilidades de la región.

Entre los trabajos que tienen mayor importancia en este Instituto sobresalen los relacionados con suelos. La actual clasificación de los suelos del África ha sido propuesta por el Profesor G. Aubert y varios Institutos especializados han expresado su aceptación. Llamen la atención en este Instituto las investigaciones que se llevan a cabo sobre materia orgánica, fertilidad, microbiología y estudio sobre elementos menores en los suelos africanos.

Para realizar ciertos trabajos se ha dado a algunos laboratorios ambiente tropical, en donde, como en África se presentan cambios de temperatura y de humedad. Estos laboratorios están dedicados especialmente a ensayos sobre materiales. El Instituto cuenta igualmente con una serie de invernaderos en donde se adelantan múltiples investigaciones.

#### *Centro Técnico de Agricultura Tropical y Forestal de Nogent Sur-Marne.*

Este centro, situado cerca de París, estuvo dedicado hasta hace pocos años a especializar profesionales en agronomía tropical. Actualmente se dedica a diversas investigaciones sobre problemas agrícolas de los territorios de la Comunidad.

Merecen especial mención los trabajos con arroz porque este centro controla las investigaciones que se adelantan sobre este cereal y él mismo trabaja en algunos problemas relacionados con plagas, enfermedades y mejoramiento del arroz. El cultivo de arroz en el África es importante y por ello se le viene prestando una gran atención a la obtención de variedades mejoradas.

El centro dispone de un Departamento de Fitopatología en donde se adelantan investigaciones sobre varias enfermedades de plantas tropicales. El Laboratorio de Entomología entre sus muchos trabajos, atiende especialmente a las investigaciones relacionadas con la langosta. La Sección de Fisiología se dedica especialmente a trabajos sobre nutrición en plantas tropicales. El Laboratorio de Tecnología se ocupa en estudiar la conservación de productos y alimentos y da las normas que deben seguirse para asegurar una buena calidad. Además, el centro cuenta con servicios de Pedología, Genética, Investigaciones en maderas, pesca, etc.

Como no es posible dar una amplia información acerca de todos los servicios, sólo se trata en detalle lo relativo al centro técnico forestal, que estudia la gran variedad de maderas del trópico y la forma de utilizarlas en construcciones, ebanistería, etc. Las maderas presentan un gran número de propiedades diferentes que es necesario conocer para determinar su empleo y por ello se estudian bajo todos sus aspectos: estructura anatómica, composición química, propiedades físicas y mecánicas, resistencia a los insectos y a la pudrición, empleo posible en ebanistería, para elaboración de papel, etc.

En la revista "Bois et Forêts des Tropiques" se informa sobre las cualidades de las maderas y propiedades que tienen para construcciones, industria, etc. Con el fin de divulgar algunas enseñanzas útiles, se han hecho nueve películas especializadas que muestran las propiedades de las maderas y la forma de utilizarlas.

Los trabajos están orientados por un Comité Técnico compuesto por profesores y representantes de los organismos interesados.

Uno de los aspectos más importantes que se estudian es la resistencia natural que tiene cada madera al ataque de hongos e insectos, y la forma como pueden evitarse los daños. Para hacer estas recomendaciones se investiga sobre los diversos productos antisépticos y procedimientos de aplicación. El centro cuenta con una micoteca de los hongos que afectan las maderas tropicales. También dispone de una colección completa de los insectos que las atacan.

Para efectos de trabajo el Centro cuenta con las siguientes divisiones: Anatomía, Tecnología, Química, Celulosa, Suelos, Fitopatología, Documentación, etc.

#### *División de Anatomía.*

Esta división cuenta con más de 5.000 muestras de maderas tropicales, debidamente clasificadas.

Las maderas tropicales comerciales son numerosas y en ciertos casos difíciles de distinguir. A fin de conocerlas es necesario estudiar su estructura microscópica. Para fines de enseñanza, se hacen microfotografías y descripciones anatómicas. Con estos documentos la División hace estudios comparativos, determina las especies e indica cuáles son las más afines. Se determinan además, las relaciones entre constitución anatómica y propiedades físicas, mecánicas y químicas de las maderas.

#### *División Tecnológica.*

Esta sección estudia las propiedades físicas y mecánicas de las maderas tropicales. Estos trabajos se efectúan de acuerdo con normas internacionales y comprenden los siguientes aspectos:

- a) — Determinación de la densidad al 12 por ciento de humedad.
- b) — Determinación de la retractabilidad volumétrica.
- c) — Determinación de la retractabilidad tangencial y radial.
- d) — Determinación de la dureza.
- e) — Flexión estática y dinámica, y compresión.
- f) — Tracción perpendicular de las fibras.
- g) — Ensayos sobre retención de clavos.
- h) — Ensayos sobre retención de caseína, pinturas, etc.

Estos ensayos y otros más permiten determinar, en forma precisa, las propiedades generales de una madera. Permiten comparar la bondad de los nuevos productos con los conocidos y precisar el uso más indicado de cada madera. De las 919 maderas estudiadas hasta el presente, 566 tienen interés económico.

Además, se estudian las dificultades que presentan las maderas a la mano de obra; para ello se efectúan investigaciones en cortes diferentes de la madera.

Se determina la fuerza que ejercen la sierra y otros implementos de carpintería en diferentes direcciones, y se determinan las esencias, humedad, etc. Así se han estudiado más de 1.600 maderas tropicales.

#### *División de Química.*

La División lleva a cabo estudios sobre la composición química de las maderas tropicales y determina la cantidad de celulosa, pentosenas, lignina, extractos y cenizas, así como de otras sustancias que pueden ser de interés para la industria. Se estudia el proceso de pudrición, la presencia de sílice y las dificultades que presenta cada especie. En fin se determinan las diversas propiedades de las maderas, los tanatos, colorantes, gomas, resinas, perfumes, alcaloides, hidrólisis, fermentación de jugos, etc. En cada especie se indica si puede emplearse para obtener productos accesorios.

#### *División de la Celulosa.*

Tiene por objeto investigar las posibilidades de utilizar las maderas tropicales en la fabricación de pastas celulósicas. Para ello, se hacen diversos tipos de papeles, empleando las maderas solas o mezcladas. Igualmente se investiga sobre la transformación de ciertas maderas en fibras textiles.

#### *Divisiones de Suelos, Fitopatología y Centros Experimentales.*

Otros estudios que se llevan a cabo son los de suelos y se recomiendan métodos para la explotación de los bosques.

La Sección de Fitopatología estudia las enfermedades de los diversos árboles y recomienda los sistemas de control. A fin de adelantar estudios experimentales en los bosques se cuenta con seis centros de estudio, así: dos en el África Occidental, uno es de selva densa y otro de región árida despoblada; dos en el África Ecuatorial, uno en el Camerun y otro en Madagascar.

#### *División de Documentación.*

Su tarea consiste en centralizar las informaciones que aparecen relacionadas con maderas tropicales y asegurar que ciertas publicaciones vayan a centros interesados. La biblioteca cuenta con más de 12.000 obras y documentos diversos. Su número aumenta a diario, ya que recibe las publicaciones que aparecen en todo el mundo.

La división está en contacto con los centros que se dedican a esta clase de investigaciones. Edita la revista "Bois tropicaux" y publica obras sobre Tecnología, Explotación Forestal, Anatomía, Botánica, Química y Estudios Generales. Actualmente está distribuyendo unas

20 obras sobre estos temas. Entre los diversos títulos, llaman la atención éstos: "Propiedades físicas y mecánicas de las maderas tropicales de la Unión Francesa" de P. Sallenove. "Análisis químico de las maderas tropicales", de S. Savard, "Maderas Tropicales, Atlas sobre las maderas de Costa de Marfil" de D. Normand, etc.

La importante revista que publican: "Bois et Forêts des Tropiques", es ampliamente conocida en el mundo. Esta revista trae estudios sobre producción, explotación, comercio y utilización de las maderas tropicales. Trae resúmenes en español e inglés.

El centro presta su concurso en la formación de técnicos; para ello ofrece, anualmente, cursos durante cuatro meses. Los cursos se complementan con trabajos prácticos de laboratorio y visitas a establecimientos comerciales e industriales. El centro ofrece a los técnicos los siguientes servicios:

- 1 — Suministro de información sobre silvicultura y maderas tropicales.
- 2 — Identificación de maderas.
- 3 — Estudio de las propiedades físicas, mecánicas y empleo de las diferentes especies de maderas.
- 4 — Realización de análisis químicos, e indicación de su valor en la industria.
- 5 — Evaluación de la resistencia natural a los agentes de destrucción, así como la resistencia que puede dársele con diversos tratamientos, y
- 6 — Estudio de maderas para papelería, ebanistería, industria, etc.

#### *Instituto de Enseñanza e Investigaciones Tropicales de Adiopodoumé.*

El Instituto está situado a 18 kilómetros de Abidjan, capital de Costa de Marfil. Se encuentra en una zona cafetera cerca de una reserva biológica con selva primitiva y al borde de la laguna Ebrié. La creación del Centro data de 1945. En 1946 se iniciaron los trabajos de investigación. En 1953 el Gobierno de Costa de Marfil lo declaró Centro autónomo de investigaciones agrícolas. La misión del Instituto es la enseñanza práctica en el medio tropical, con el fin de dar entrenamiento a los ingenieros agrónomos, para trabajar en los países de la comunidad. Como ya se anotó, el primer año de especialización se hace en Bondy y el segundo en Adiopodoumé. Además, se hacen investigaciones para resolver problemas agronómicos de carácter económico. La administración de este centro está a cargo del Dr. Robert Bertrand.

El Instituto tiene 250 hectáreas destinadas algunas de ellas a trabajos de experimentación y sostenimiento de diversas colecciones de plantas. Cuenta con dos modernos edificios dedicados a laboratorios, los cuales se encuentran bien equipados para los trabajos de investigación. Tiene una dotación que permite trabajar simultáneamente a 40 profesionales. Cuenta con varios invernaderos y se está instalando un fitotrópico con varias cámaras acondicionadas para investigaciones en botánica, genética y fisiología. Se considera, en general, que los laboratorios de este Instituto son los mejores del África intertropical. Los trabajos de campo no han sido ampliamente desarrollados, por falta de personal técnico, pero cuenta con colecciones de variedades de café, yuca, pastos, etc. y se adelantan algunos trabajos de selección. El Instituto tiene servicio médico, enfermería y dos campamentos para africanos, uno de ellos considerado el mejor de esos países. El otro campamento dedicado a los auxiliares de laboratorio, se compone de pequeñas casas confortablemente equipadas. En la actualidad hay unas 20 viviendas de este tipo, pero piensan construir más.

El Instituto cuenta con un amplio y cómodo casino para los europeos, con 20 cuartos sencillos y varios dobles. Dispone de un amplio comedor, café, sala de conferencias, etc. Los profesionales casados disponen de cómodas casas. La dirección ocupa un local especial.

Dada la situación en que se encuentra el Instituto como es la de estar localizado en el trópico cerca a la selva, a la sabana y al mar, varios países de Europa han solicitado la creación de centros especiales en donde puedan trabajar e investigar. El centro Suizo, denominado oficialmente "Centro Federal de Investigaciones Científicas de Costa de Marfil", es una filial de la Sociedad Suiza de Ciencias Naturales. En este centro hacen investigaciones profesores y alumnos de Suiza.

En una hectárea y media que el Gobierno de Francia les cedió, han construido un laboratorio y casa de habitación para sus investigadores. Actualmente desarrollan varias investigaciones sobre garrapatas.

El Centro Holandés cuenta con 0,6 de hectárea, donde construyeron habitaciones. Los investigadores holandeses trabajan en los diversos laboratorios del Instituto. Otros países han estado interesados en tener allí sede propia, sin embargo, debe anotarse que dadas las facilidades del casino, la mayor parte de los técnicos extranjeros se

alojan allí y disfrutan de los servicios generales del Instituto, como ha ocurrido con los ingleses, alemanes y daneses. Es posible que Alemania construya su centro en un futuro próximo.

Las investigaciones que llevan a cabo profesionales de otros países, no son controladas ni dirigidas por la O.R.S.T.O.M. y el terreno y edificaciones son del respectivo país. Generalmente los comisionados pasan de 2 a 3 años en estos centros.

Los servicios con que cuenta el Instituto son los siguientes: Botánica, atendida por el Dr. Mangenot, Profesor de la Sorbona y miembro del Comité Consultivo de la UNESCO para las regiones húmedas; Selección y Mejoramiento de plantas donde trabajan varios genetistas; está dirigido por el distinguido Ingeniero Agrónomo H. Botton, gran conocedor de los problemas de Costa de Marfil. Entomología, Nematología, Fitopatología, Hidrología fluvial, Nutrición y alimentación humana.

Las enfermedades criptogámicas del café, del cacao y de las plantas alimenticias han sido intensamente estudiadas en los Laboratorios de Fitopatología de Adiopodoumé. Además se ha hecho el inventario de los hongos que viven sobre las diversas plantas de cultivo en Costa de Marfil, y se han estudiado los métodos preventivos y curativos de las enfermedades.

Las investigaciones sobre la dinámica de los suelos y la influencia de las plantas de cobertura y de los abonos verdes han sido ampliamente adelantadas.

Recientemente el Dr. H. Botton publicó un importante libro sobre las plantas de cobertura de Costa de Marfil y la importancia que tiene cada una como tal.

Merecen especial mención los trabajos que sobre fisiología de la yuca adelanta el Dr. Christian Varchon y las investigaciones sobre Fisiología del cacao del Dr. Jacquemin.

El servicio médico, atendido por el Dr. Doucet, lleva a cabo investigaciones sobre parasitología. Dada la cercanía al mar, trabajan allí dos oceanógrafos, un físico y un biólogo.

El Instituto cuenta con un magnífico taller donde se hacen aparatos para trabajos de laboratorio, de acuerdo con los diseños elaborados por los técnicos.

#### *Centro de Pedología de Dakar-Hann.*

Este Centro fue fundado en 1952, con el objeto de estudiar los suelos del África Occidental Francesa, pero especialmente los de los territorios de Senegal, Sudán, Guinea y Mauritania. El Director es el señor Maigne, notable especialista de los suelos de esta región. Las informaciones sobre este Centro, fueron amablemente suministradas por el ingeniero agrónomo J. Dommergues, especialista en Pedología y gran conocedor de los suelos de Senegal.

Entre sus actividades pueden destacarse el reconocimiento de los suelos y los estudios sobre su utilización. Los trabajos cartográficos están hechos a una escala de 1/50.000. Actualmente se prepara un mapa pedológico del África Occidental Francesa. Dentro de los trabajos sobresalen los relacionados con los suelos de las estepas y los ferruginosos tropicales. En forma general, vienen investigando sobre las características biológicas del suelo, influencia del agua, de la temperatura, del pH, correlación entre la fertilidad y la actividad de diferentes grupos de microorganismos, actividad biológica de los suelos en las distintas épocas del año, etc. Se estudia la acción del fuego, de los abonos verdes, de los fertilizantes, de la irrigación y de la cobertura vegetal en la actividad biológica de los suelos.

También se han hecho estudios sobre la evolución de los diferentes suelos y en particular sobre la salinidad que determina la esterilidad en los terrenos de cultivo. El Centro tiene una sección de hidrología que cuenta con una red de estaciones, y trece represas experimentales.

Se ha estudiado el comportamiento de los suelos en relación con las lluvias, así como el grado de evaporación, infiltración, etc. Las condiciones geográficas y climáticas de esta región, situada en la zona del Sahara exigen primordialmente el estudio del mejor aprovechamiento de las aguas.

El Centro dispone de un laboratorio central en el cual se llevan a cabo los trabajos.

#### *Centro Geofísico de M'Bour.*

Desde 1946 se tuvo la idea de instalar un centro Geofísico en M'Bour, pero solamente a fines de 1950 se terminaron las construcciones. Desde su fundación está dirigido por la señorita Crenn, especialista en estas ciencias y ampliamente conocida por sus trabajos sobre magnetismo.

Este Centro está localizado a 50 kilómetros de Dakar, en una pequeña colina al borde del mar. Dentro de las 40 hectáreas con que cuenta, se encuentran dispersas las oficinas centrales, un taller, un centro sísmico, un centro magnético, un pabellón para medidas absolutas y diversas y casas de habitación. El observatorio forma parte de la cadena mundial para observaciones sismológicas y magnéticas, y varios geofísicos se dedican a la investigación.

La estación sismológica tiene tres sismógrafos, un regulador y un registrador. La magnética cuenta con una dotación completa. Las observaciones magnéticas son enviadas mensualmente a la estación De Bilt en Holanda, para su análisis y difusión internacional. La estación de climatología se considera igualmente de gran importancia, y sus observaciones son llevadas con gran exactitud.

Los especialistas trabajan principalmente en gravimetría, magnetismo, sondeos eléctricos, etc. Se prestan sus servicios a la oficina general de minas y geología, a las Misiones petroleras, al Servicio de Hidráulica, etc.; para cumplir esta labor se dispone de un servicio completo de ingeniería.

#### Centro de Investigaciones Agrícolas de Bambey.

El Centro de Investigaciones de Bambey, en la República de Senegal (Federación de Mali), fue reorganizado en 1950 y, aunque administrativamente no depende directamente de la O.R.S.T.O.M., sí forma parte de esta oficina. Su director es el Ingeniero Agrónomo Bouffil quien ocupa además el cargo de inspector general de laboratorios de la O.R.S.T.O.M.

El Centro de Bambey inició trabajos en 1913, como una modesta estación de estudios; más tarde, en 1921, fue convertido en estación experimental. En 1928 adquirió renombre entre los agricultores, por la obtención de la variedad de maní 28.206, de la cual aún se siembra alrededor de un 20 por ciento. En 1938 se ampliaron los servicios y le dieron el nombre de Sector Sudanense de Investigaciones Agronómicas. Este Centro, que posee una buena dotación, es considerado como uno de los más importantes de África. Sus trabajos sobre mejoramiento de variedades de maní, millo, sorgo, higuera, yuca, etc., para las regiones secas del Sudán, han sido francamente notables.

Senegal es un país cálido y seco. La estación lluviosa es de mayo a noviembre. En el centro de investigación, el promedio de precipitación 653.7 m.m. La temperatura es 26°87 y la humedad relativa 61.4.

Las informaciones que se anotan fueron suministradas por el Director del Centro, Ing. Agrónomo F. Bouffil, por A. Morvan Boekelee, Jefe de los trabajos sobre maní; R. Billaz, Fisiólogo de la Estación, y los doctores Schuarmans y Sauger. Igualmente los doctores Gandefroy, Bond, Jacquot, y Merlier, proporcionaron valiosas informaciones. Se considera que es posible obtener de este Centro mucha información y material valioso para las regiones secas de América.

Entre las principales secciones con que cuenta el Centro se destaca la de *Maní*. Este cultivo es la base de la economía del Sudán. En 1955 la cosecha comercial ascendió a más de 500.000 toneladas. Los trabajos de selección de variedades se iniciaron en 1924, y pocos años después se entregaron a los agricultores variedades más productivas. Desde el principio, los técnicos iniciaron la formación de la colección mundial de maní y por eso el Centro posee hoy la colección más completa del mundo. En 1956 contaban con 239 variedades (del África francesa). Algunas variedades obtenidas en esta estación son conocidas mundialmente. Entre las más sobresalientes están la 24-5, la 28-206 y la 28-204.

Los híbridos verdaderamente valiosos son entregados a los agricultores 14 ó 16 años después de su obtención debido a que los someten a las siguientes pruebas:

- 1º — Fijación: 3 años.
- 2º — Ensayos regionales: 4 años mínimo.
- 3º — Ensayos locales: de 5 a 6 años.
- 4º — Multiplicación 2 años.

El trabajo de genética y las pruebas regionales se han ampliado en forma sorprendente durante los últimos tiempos. Desde hace tres años se viene observando que varios linajes han sobrepasado a los testigos en más del 100% de producción. Los linajes más promisorios son, actualmente, el 48-115, el 47-16 y el 31-33. Como norma general se ha buscado que la producción de los híbridos dados al agricultor, sea por lo menos 30% superior a la de las variedades conocidas. Este rendimiento se debe únicamente a la variedad y por lo tanto mayores aumentos se obtienen con abonos, prácticas culturales, fungicidas, etc. Los agricultores de Senegal calculan que debido a los trabajos de mejoramiento de variedades, Senegal ha aumentado su producción en más de 100.000 toneladas de maní por año.

Los trabajos sobre abonos han dado excelentes resultados, ya que al encontrar fórmulas apropiadas se ha logrado aumentar la producción entre un 20 y un 30 por ciento. La fórmula comercial que se viene aplicando desde 1951 y que ha dado muy buenos resultados es 6-20-10.

La producción ha mejorado notablemente, especialmente en la región de Kaolack. Los trabajos regionales sobre abonos se vienen adelantando en un gran número de localidades. El éxito de los trabajos se aprecia en los rendimientos que han obtenido con las fórmulas 8-8-20 y 6-20-10, para algunas regiones, pues con ellas el aumento de producción sobre el testigo varía, según la localidad, entre el 10 y 96,1 por ciento.

Desde 1947 están trabajando en la obtención de buenos fungicidas para desinfectar la semilla. Los principales patógenos que se presentan en la semilla son el *Penicillium glaucum* y el *Aspergillus niger*. Las dosis de 2. partes por 1.000 a 4. partes por 1.000 de Arasan, Verisan, etc., se traducen en aumento de la producción. Se considera que mediante el tratamiento de la semilla se obtiene en ciertos casos un aumento hasta del 20 y el 30 por ciento en las cosechas. Los ensayos con Verisan demostraron su eficiencia pero no se ha podido generalizar su empleo debido a la toxicidad que tiene para el hombre. Por ello ha sido especialmente necesario investigar productos que no sean tóxicos al hombre.

Los trabajos de hibridación se iniciaron en 1928 y 1929. Se continuaron en 1933 y 1934 luego se suspendieron, pero se reiniciaron en 1946 y 1947. Desde 1953 se viene trabajando en forma continua. El fin principal de la Sección es obtener variedades altamente productoras y fácilmente cosechables con maquinaria agrícola. Uno de los problemas más serios del maní en el África Occidental Francesa, es la enfermedad conocida con el nombre de "rosette", producida por un virus. Esta enfermedad causa, durante algunos años, hasta un 50 por ciento de pérdidas. Los técnicos creen que ya tienen algunos linajes resistentes a ella. Entre las características debe presentar un buen híbrido están estas: alto rendimiento, resistencia a la "rosette", fácil mecanización del cultivo, porte aceptable, precocidad de la planta, etc. Las plagas constituyen otro aspecto importante de la investigación y el Centro busca la forma más económica de combatirlas. Las principales plagas son:

- a) — *Aphis leguminosae*, transmisora del virus del mosaico, enfermedad conocida con el nombre de "rosette".
- b) — *Aphamys* sp. ataca los granos y provoca pérdidas considerables.
- c) — *Carydon faseus* vive en los granos almacenados y de depósito.

El estudio del control de las plagas del maní es importante, ya que las pérdidas que ocasionan pueden ser muy graves.

La enfermedad de la "rosette", conocida también en Senegal con el nombre de "lepra", causa anualmente pérdidas por lo menos del 30 por ciento; además, acidifica el aceite y altera la calidad de la semilla. Los estudios en Bambey han demostrado igualmente que se presentan granos vacíos, según la intensidad del ataque. Debido a los trabajos de mejoramiento hoy se conocen 15 linajes resistentes a esta enfermedad, entre los cuales sobresalen el 48-37 y el 48-14, que han sobrepasado al testigo en rendimiento; el primero en un 39 por ciento y el segundo en un 33 por ciento respectivamente.

El interés esencial del programa de fitomejoramiento es obtener híbridos altamente resistentes a la "rosette", de alta producción y de buenas características agronómicas.

#### Selección de Millos y Sorgos.

Desde hace muchos siglos el millo es la base de la alimentación del Africano. En algunas regiones, la harina del sorgo o del *Pennisetum* es igualmente el alimento cotidiano de la población.

#### Millo (*Pennisetum*).

Esta planta presenta en Senegal dos tipos completamente diferentes; la variedad temprana o de ciclo vegetativo corto es mutica, y la tardía es aristada. Las aristadas son muy importantes para evitar en parte el daño que pueden causar los pájaros. En Senegal los principales cultivos son maní y millo; de ahí el interés del Centro de Bambey por estas plantas. Los trabajos de millo se iniciaron en 1935, con el fin de obtener variedades de mayor producción, mejores fórmulas de abonos según la región y métodos culturales adecuados.

#### Sorgo.

El sorgo tiene en Senegal menos importancia que el millo; esto se debe a que necesita de suelos más pesados y a que es menos apreciado como alimento. Sin embargo, en ciertas regiones, como en el

Valle del río Senegal, constituye el principal cultivo. Los islamitas lo cultivan especialmente para la fabricación del dolo, que es una bebida alcohólica. Los trabajos que se adelantan en Bambej son únicamente con las variedades alimenticias. El objetivo es obtener un sorgo de alto rendimiento, de grano vidrioso, de cobertura externa delgada y que no sea de color café.

La característica vidriosa es importante, porque implica dureza; esto lo hace más resistente al ataque de los insectos cuando está almacenado. La cutícula no debe ser café a fin de obtener una harina blanca que es más apreciada. En el Sudán se distinguen dos grandes grupos de Sorgos, uno de ellos se siembra en la época seca. Esta variedad es casi siempre de grano blanco, blando y se aprecia poco por ser de difícil conservación. La otra variedad, muy estimada, se siembra en invierno y requiere suelos ligeros. En el Centro existe una colección muy completa de Sorgos, con los cuales se hacen los trabajos de mejoramiento. Entre las selecciones que han hecho merecen destacarse el híbrido AS 18 el cual es de gran producción.

En Senegal, lo mismo que en la mayor parte del Africa Occidental Francesa, el millo y el sorgo son los principales cultivos básicos para la alimentación del pueblo. Estas plantas ocupan más del 46 por ciento de la superficie total cultivada y representan el 80 por ciento del cultivo de plantas alimenticias. El rendimiento es en general bajo, pues en promedio sólo obtienen 400 kgs. por hectárea. Las nuevas variedades mejoradas producen más pero, sin lugar a duda, los abonos han elevado la producción por lo menos en un 30 por ciento.

En algunas regiones, como en Kaffrine, el aumento con abonos es de 50 por ciento. La dificultad que se presenta a este respecto es que el africano no puede abonar su cultivo, por lo costoso de los abonos.

#### Estudios sobre rotación.

Los estudios sobre rotación de cultivos ocupan un lugar importante en el Centro de Bambej. Los agricultores de Senegal tradicionalmente no hacen rotación. Sin embargo, dados los resultados del Centro, se viene notando cierto interés por esta práctica. Las rotaciones que mejores resultados han dado son las siguientes:

- 1 — Maní-millo — maní-abono verde.
- 2 — Maní-millo — descanso del terreno.
- 3 — Maní-maní — abono verde.
- 4 — Maní-millo — abono verde.

En cuanto a los fertilizantes, debe anotarse que la deficiencia de fósforo es el principal problema de los suelos. Se ha notado que las aplicaciones de fósforo dan resultados positivos después de varios años. Sin embargo, se considera que se puede hacer una operación más económica y más rápida mediante los abonos verdes.

Las aplicaciones de fósforo deben ser acompañadas de Nitrógeno y Potasio para evitar desequilibrios. Las rotaciones y los ensayos sobre abonos se hacen en los "cantones pilotos" o "centros de expansión rural", con el objeto de que los agricultores vean la bondad de estas prácticas de manejo del suelo. Con el fin de hacer ciertas prácticas, los agricultores se han agrupado para trabajar con maquinaria agrícola, especialmente cuando se trata de sembrar las plantas como abono verde. Los abonos verdes han permitido establecer una agricultura racional y favorecen otras técnicas nuevas, relacionadas con la conservación y el mejoramiento de los suelos.

#### Maquinaria agrícola.

La introducción de maquinaria agrícola en Africa ha sido lenta, debido a la pobreza de los agricultores, a su ignorancia y a que varios utensilios no han sido bien adaptados. La labor del Centro, en este sentido, es modesta, pero ha orientado la construcción de diversos implementos agrícolas de acuerdo con el medio. Actualmente se piensa ampliar la Sección encargada de hacer investigaciones sobre las características que debe tener la maquinaria agrícola en el Sudán.

#### Ganadería.

La República de Senegal tiene 250.000 bovinos y 25.000 caballos. El ganado bovino es casi todo de la raza N'Dama muy adaptado a las condiciones ambientales del país muy resistente a la tripanosomiasis. (La tripanosomiasis es causada por el *Tripanosoma gambiensi*. La mosca tse-tse es la vectora). Los caprinos ocupan un lugar destacado en la economía de este país, pero se considera que están destruyendo toda la vegetación, especialmente en la estación seca. Con el fin de resolver un poco el problema de la leche se ha introducido la cabra Maradi, del Níger, que es apreciada por su producción lechera.

#### Pastos.

Los pastos que pueden resistir el período de sequía y que se han seleccionado por su poder nutritivo son:

<i>Andropogon gayanus</i>	<i>Panicum antidotale</i>
<i>Cenchrus ciliaris</i>	<i>Panicum prolatum</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Pennisetum purpureum</i>
<i>Eragrostis tremula</i>	<i>Schoenfeldia gracilis</i>

Entre las plantas que están en observación y de las cuales se espera obtener resultados, pueden citarse las siguientes:

<i>Alisycarpus vaginalis</i>	<i>Dolichos sp.</i>
<i>Cajanus indicus</i>	<i>Indigofera astragalina</i>
<i>Centrosema plumieri</i>	<i>Mimosa invisa</i>
<i>Crotalaria sp.</i>	<i>Vigna sinensis</i>
<i>Castia mimosoides</i>	

Los trabajos sobre pastos están dirigidos por el señor Henri Merlier, gran conocedor de las gramíneas africanas.

#### Index Seminum.

En el Index Seminum de la Estación figuran 122 gramíneas y leguminosas forrajeras que se cultivan en la Granja y de las cuales pueden suministrar material para su reproducción en otros Centros Experimentales. De maní ofrecen 17 variedades, 12 sorgos, 7 *Pennisetum* y variedades de *Ricinus*, *Hibiscus*, yuca, etc.

De gran importancia sería el obtener material de este Centro para observar su comportamiento en nuestras regiones áridas.

#### Cartografía de los suelos.

En 1951 se inició el reconocimiento de los suelos de Senegal. Se ha logrado adelantar satisfactoriamente los trabajos y ya se han estudiado los suelos de Baol occidental y se publicó un mapa en escala de 1/100.000 y otro a escala 1/5.000 con datos sobre la clasificación de los suelos, su valor, su utilización y forma de conservación.

#### Otros cultivos industriales y alimenticios.

**Yuca.** — La yuca tiene un valor importante en la alimentación del pueblo senegalés. Su cultivo presenta entre otros, los siguientes problemas: los ataques de la langosta y el mosaico que apareció en Africa en 1895 y que se presenta en las regiones húmedas en donde causa serios daños.

El insecto que transmite el mosaico es el chupador *Bemisia Mahotis*. Para los trabajos de selección, el Centro tiene una colección de variedades de yuca que se han importado de diferentes partes del mundo, así:

	Número de Variedades
Africa Occidental Francesa . . . . .	80
Africa Ecuatorial Francesa . . . . .	321
Madagascar . . . . .	3
Congo Belga . . . . .	252
Africa Inglesa (Kenya) . . . . .	345
Asia . . . . .	33
Región del Pacífico (Fiji) . . . . .	119
Cuba . . . . .	4

Además hay variedades de Tanganyka, Vietnam, Brasil, Argentina y Pakistán. Se tiene gran interés por esta planta que produce más cantidad de calorías por hectárea que el arroz y que el sorgo, plantas estas básicas de la alimentación del pueblo senegalés. Sobre el particular dice el Profesor Cerighelli, al referirse a la yuca: "Con un rendimiento promedio de siete toneladas por hectárea, se puede obtener 7 millones de calorías por hectárea, en las mismas condiciones una hectárea no produce más que 1.3 toneladas de arroz paddy o una tonelada de sorgo, cuyo valor energético es inferior a 3,5 millones de calorías".

#### Higuerilla.

Debido a la importancia que tiene esta planta para la industria química metropolitana, se ha querido desarrollar variedades con rendimientos altos y mejores características agronómicas. Hoy se trabaja con 112 variedades, obtenidas así:

Africa . . . . .	72
Europa . . . . .	7
Asia . . . . .	17
América . . . . .	14
Australia . . . . .	2

También se han adelantado trabajos experimentales con fertilizantes para determinar la mejor fórmula de abono.

**Frijoles.**

Se tiene interés en este cultivo para variar la dieta de yuca, sorgo y millo. Los trabajos adelantados con *Phaseolus vulgaris* no han dado mayores resultados, pues no soporta las condiciones del invierno ni las del verano. Sin embargo, se cultivan 5 especies de Leguminosas, a saber:

1 — Cowpea, de nominada en bambará, cho.cho. (*Vigna sinensis*). Se cultiva en gran escala para consumo humano. Los rendimientos son bajos debido a las plagas que atacan los cultivos.

2 — La *Voandzeia subterranea*. Es planta muy cultivada en ciertas regiones del Africa. Los rendimientos en grano seco son de 600 a 1.000 kilos hectárea. Los trabajos sobre mejoramiento de esta planta están muy avanzados.

3 — *Phaseolus angularis*.

4 — *Phaseolus lunatus*. Se tienen grandes esperanzas de obtener para pronto variedades de alta producción.

5 — *Phaseolus acutifolius*. Frijol del Sudán. Es una especie resistente a la sequía y se desarrolla con una mínima cantidad de agua. Los rendimientos que se obtienen son mejores que los del Cowpea. Además, no se presentan mayores plagas y enfermedades en su cultivo.

**Centro de Investigaciones Zootécnicas de Sotuba.**

Este Centro queda a pocos kilómetros de Bamakó, capital de lo que fuera el Sudán Francés y que hoy es la Federación de Mali. Esta Granja fue creada por decreto del 25 de noviembre de 1955, para adelantar investigaciones en Zootecnia. Las informaciones sobre este Centro me fueron amablemente suministradas por los doctores Riviere,

R. Dalaine y el Botánico de la Estación.

El programa que desarrollaba en 1959 era el siguiente:

- 1 — Estudio de las diferentes especies y razas domésticas del Africa Occidental, a fin de conocer sus características y sus rendimientos (carne, leche, trabajo, huevos, etc.).
- 2 — Determinar las cualidades de los cruzamientos de los mestizos.
- 3 — Estudio y aclimatación de razas extranjeras.
- 4 — Investigaciones sobre las plantas forrajeras del Africa Occidental.
- 5 — Aclimatación de especies forrajeras.
- 6 — Estudio sobre nutrición animal.
- 7 — Investigación de las enfermedades por carencia.
- 8 — Determinación de las modalidades de adaptación y desarrollo del ganado vacuno en medios desfavorables.
- 9 — Estudios económicos sobre la producción animal en dicho país.

Este Centro adelanta investigaciones en cooperación con los Centros de la metrópoli, con el Instituto Superior de Alimentación y con varios organismos internacionales.

**Bovinos.**

La Granja trabaja con animales de la raza N'Dama y Cebú. De la primera de estas razas tiene seleccionados 218 ejemplares. La importancia de la raza N'Dama para este país es grande, ya que tiene alguna resistencia a la tripanosomiasis, cuyo vector es la mosca tse-tse. La tripanosomiasis es el principal problema de la ganadería y el que más limita su desarrollo en muchos países del Africa. Esta enfermedad ataca no solamente al ganado bovino sino a otras especies. Las moscas transmisoras son: *Glossina palpalis* y *Glossina fusca*.

Otro aspecto grave para el desarrollo de esta industria es el clima, ya que las lluvias ocurren solamente de junio a octubre con una precipitación promedio de 1.400 m.m., el resto del año es de gran sequía. La temperatura máxima ocurre en abril y mayo y es de 44°C., la mínima se registra en diciembre y enero y es de 12/14°C. El grado higrométrico varía de 30% a 90%.

El ganado N'Dama, muy rústico, adaptado a las contingencias del clima y resistente a muchas enfermedades, es la base de los trabajos de investigación en la Granja.

Gracias a los trabajos adelantados, la producción promedio anual de leche en la Granja es de 686 kilogramos. Las vacas reciben algún concentrado sólo entre el 1º de diciembre y el 15 de mayo. Se ha logrado, por selección y cruzamientos, aumentar en un 40 por ciento el rendimiento. Mediante los estudios sobre climatofisiología se ha podido determinar la temperatura y el ritmo de respiración en las razas N'Dama y Cebú. Se ha investigado el consumo de agua en cada raza y se ha encontrado que en invierno el cebú toma en promedio 12,06 litros por día y los N'Dama 9,18. En verano las cifras son respectivamente 21,71 y 15,74. El mayor consumo de agua se registra en el período de transición de la estación de verano a la de invierno. Los estudios del coeficiente de correlación entre la temperatura y el grado higrométrico demuestran que este último tiene mayor influencia que la temperatura, especialmente en el cebú.

**Otras Investigaciones.**

Se llevan a cabo trabajos de selección en ovinos, porcinos, conejos, gallinas, y se han hecho estudios sobre los alimentos más indicados y económicos para cada una de las razas.

Se han determinado las enfermedades más frecuentes del país y la forma de controlarlas. El Departamento de Química biológica ha realizado varios estudios, entre ellos el de la variación de la composición de la leche de vaca en varias regiones del Sudán.

En cuanto a las plantas forrajeras, se tienen estudios sobre un buen número de especies, no solamente del Africa, sino del mundo. La FAO ha suministrado una colección de plantas especialmente africanas y europeas, que pueden ser de interés.

Las investigaciones que se han llevado a cabo sobre pastos pueden enumerarse así:

- 1 — Composición química de las mejores especies.
- 2 — Sabor.
- 3 — Relación entre el follaje y el tallo.
- 4 — Resistencia al pastoreo.
- 5 — Facilidad de multiplicación.
- 6 — Aclimatación de nuevas especies.
- 7 — Selección de las especies más importantes.

Los resultados han sido los siguientes: Mejores especies para potreros:

*Andropogon Cajanus, Panicum maximum, Paspalum sp., Brachiaria sp., Digitaria sphacelata, Pennisetum polystachyum, Pennisetum mollissimum, Pennisetum clandestinum* (en las regiones húmedas).

**Mejores especies para Corte:**

*Panicum maximum, Paspalum dilatatum, Digitaria umfolosi, Pennisetum purpureum, Pennisetum polystachyum, Pennisetum mollissimum, Eleusine indica, Chloris gayana, Echinochloa sp., Setaria sp.*

Han terminado un estudio para más de 100 especies sobre: sabor, resistencia al pastoreo, resistencia a las sequías, humedad y bajas temperaturas, etc. Igualmente han hecho varios trabajos sobre respuesta de los pastos a diversas fórmulas de abonos.

En ovinos se estudia la producción de leche y carne, fecundidad, valor económico de la alimentación con concentrados, patología, etc.

La sección de Botánica tiene listas para la publicación las cartas geográficas de la vegetación del país.

**Estación Piscícola de Bouké.**

La explotación piscícola en aguas continentales ha sido una gran preocupación en ciertas regiones del Africa. El trabajo más importante es determinar cuáles especies pueden vivir satisfactoriamente en estanques y cuál su valor económico. Para ello ha sido necesario determinar las dimensiones más apropiadas para los estanques, especialmente la profundidad. Este último aspecto parece ser muy importante.

Se han adelantado diversos trabajos sobre los peces del género Tilapia, cuyas cualidades y hábitos de vida son diferentes a los de las otras especies. La cría de peces en estanques se practica hace muchos siglos en China, Europa e Indonesia, y en esos países le han dado especial atención a la carpa.

La falta de alimentos proteínicos en muchas regiones ha contribuido a que se adelante un amplio plan para fomentar la cría de

peces en estanques. En la Estación de Bouké se efectúan investigaciones sobre biología, ecología y cría de las especies de Tilapia. Este género de peces está representado por más de 96 especies descritas. Las especies más importantes parecen ser: *T. macrochi*, *T. nilotica*,

*T. galilea*, *T. multifasciata*, *T. zillii*, etc.

Parece que las más estudiadas en el mundo son: *T. mossambica*, *T. melanopleura*, y *T. macrochi*. En Egipto el 70 por ciento de los peces que se consumen son de aguas continentales y el 30 por ciento del mar; de los primeros la Tilapia es el más importante. Las investigaciones sobre la Tilapia se iniciaron en Africa en 1900 con estudios sobre taxonomía, ecología, estimación de la población de cada especie, aprovechamiento, animales de rapiña que las diezman, enfermedades y biología de cada especie. La Estación de Bouké cuenta con un gran número de estanques en donde se crían diversas especies aisladas o asociadas. En las asociaciones se estudia el comportamiento de una especie con otra, según la edad, e igualmente se observa su crecimiento.

Sobre los métodos de cría de la Tilapia, se puede anotar lo que dice el señor Pierre Chimits en su estudio sobre "La Tilapia y su cultivo", publicado en el "Boletín de Pesca de la FAO". Vol. VIII, Número 1 de 1955:

"Aunque recientes son muchos ya los métodos que se emplean para obtener jaramugos y pescado para el consumo; son más sencillos que los empleados para la carpa y se basan todos en los siguientes hechos:

(a) La Tilapia puede vivir en un estanque muy poblado sin perjudicarse con ello su crecimiento o reproducción;

(b) cada grupo de edad de Tilapia tiene distintos hábitos alimentarios y todos pueden vivir juntos con independencia y sin molestar;

(c) sólo puede obtenerse un buen rendimiento después de una gran plantación inicial;

(d) los abonos y los alimentos artificiales dan excelentes resultados;

(e) el crecimiento de la Tilapia es muy rápido al principio, pero se hace más lento después. Por lo tanto, es necesario retirar el mayor número posible de peces que hayan alcanzado una talla de consumo mediante una pesca intermedia regular, antes de vaciar finalmente el estanque.

También conviene tener en cuenta que:

(i) La Tilapia empieza a reproducirse siendo muy joven y lo hace constantemente. Por lo tanto, es difícil controlar su reproducción lo

que puede dar por resultado poblaciones piscícolas de tamaño diminuto, no comerciales;

(ii) el crecimiento de los dos sexos es diferente".

Los rendimientos de la Tilapia, varían notablemente. Se ha dicho que en la *T. mossambica* en Africa del Sur se obtiene 1.100 kgs. hectárea al año, pero en muchas otras regiones sobrepasa a los 3.000 kg. En los trabajos experimentales de Bouké se ha obtenido al año, 5.400 kilos por hectárea, de la mezcla *T. macrochi* y *T. nilotica* y 4.500 kilos de *T. multifasciata* y *T. galilea*.

Uno de los problemas que podría presentarse con los estanques sería el de que se convirtieran en criaderos de mosquitos Anopheles, vectores del paludismo. Sin embargo, debe anotarse que el agua se está renovando continuamente y algunas especies de Tilapia sirven para destruir las larvas de Anopheles. El señor Pierre Chimits, eminente científico del Ministerio de Agricultura de París, dice en su estudio "La Tilapia y su cultivo" publicado en el "Boletín de pesca de la FAO", Vol. X, Número 1, 1957, "*T. mossambica* se alimenta de las grandes algas verdes (*Enteromorphae*, *Chlamydomorphae*), que cubre la superficie de muchos estanques tropicales. Las larvas de los mosquitos se cobijan en estas masas de algas para protegerse de los pequeños peces larvivoros, como *Gambusia*, *Lebistes*, *Panchaux*. En consecuencia, *T. mossambica* constituye una forma excelente de combatir indirectamente el paludismo. Los experimentos realizados en Indonesia demuestran que en el mismo estanque la superficie puede presentarse enteramente libre de algas verdes o completamente cubierta de éstas, según que existan o no Tilapias".

Los trabajos sobre piscicultura en estanques son de gran interés, pues es un medio fácil de proporcionarle alimento económico al pueblo. El Gobierno Belga había construido en el Congo, hasta 1956, más de 110.000 estanques piscícolas. En ese mismo año la pesca en aguas continentales y en estanques sobrepasó de 80.000 toneladas sin perjuicio para los ríos, lagos y riachuelos que conservaron intacta su producción. Si bien es cierto que en muchos pueblos del Africa la alimentación es abundante, ésta no está muy bien equilibrada; las proteínas, especialmente las de origen animal, son insuficientes. Para colmar este déficit se han hecho esfuerzos para que los nativos tengan pescado fresco a un precio mínimo, ya que varias de las especies de Tilapia se crían sin costo alguno por ser fitofagas. La Tilapia se emplea en algunos países para la pesca del atún, lo mismo que como pez "forrajero" para alimentar otros de mejor calidad.

---

#### IN MEMORIAM

Ya en prensa este capítulo, el autor tuvo conocimiento del infausto fallecimiento del profesor Roger Trintignac, ilustre ingeniero agrónomo francés, que dedicó sus más caros anhelos al acercamiento y cooperación técnica de Francia y nuestro país. A su memoria van dedicadas estas páginas.

Daniel Mesa Bernal

---