

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

LA ACADEMIA ES ORGANO CONSULTIVO DEL GOBIERNO NACIONAL

VOLUMEN XII

AGOSTO DE 1964

NUMERO 46

PATRONO DE LA ACADEMIA:

SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

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

DIRECTOR DE LA REVISTA: LUIS DUQUE GOMEZ

## SUMARIO

Geomorfología de los Llanos Orientales, por Doeko Goosen . . . . .	129
<u>El Potencial Gravitacional de la Tierra, por Jorge Arias de Greiff . . . . .</u>	<u>141</u>
La Geografía en Alemania. Sus métodos de investigación, su sistema de enseñanza y sus relaciones con Colombia, por Harald Uhlig . . . . .	147
Aspectos Geográficos y Humanos de la Región del Sumapaz en la Cordillera Oriental de Colombia, por Ernesto Guhl . . . . .	153
Adiciones a las Aves de la Comisaría del Vaupés (Colombia), I, por Antonio Olivares, O. F. M. . . . .	163
Los Peces Cartilaginosos de la Bahía de Cispatá y del Estuario del Río Sinú, por George Dahl . . . . .	175
Estudios sobre Virus transmitidos por Artrópodos en Colombia, por Hernando Groot . . . . .	197
Geomorfología Analítica de los Perfiles Fluviales Longitudinales, por Luis Guillermo Durán S. . . . .	219
Las Especies Colombianas de Cryptognatha Mulsant ( <i>Coleoptera: Coccinellidae</i> ), por Edward A. Chapin, PH. D. . . . .	231
El Profesor Darío Rozo Martínez, por José Ignacio Ruiz . . . . .	235
Constitución de la Academia . . . . .	237

(La responsabilidad de las ideas emitidas en la Revista, corresponde a sus autores. La colaboración es solicitada. No se devuelve la colaboración espontánea ni se mantiene correspondencia sobre ella).



EMBLEMA DE LA ACADEMIA MATRIZ ESPAÑOLA

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

# GEOMORFOLOGIA DE LOS LLANOS ORIENTALES

DOEKO GOOSEN

## Introducción

Durante el estudio edafológico de los Llanos Orientales, llevado a cabo con la cooperación entre el Gobierno de Colombia y la FAO de las Naciones Unidas, el autor tuvo oportunidad de estudiar algo de la geología y la geomorfología de los Llanos Orientales, especialmente de Arauca, Vichada, Casanare de Boyacá y Meta.

Existen varias publicaciones sobre la geología de la Cordillera Oriental y de los Llanos Orientales, pero muy poco se ha escrito sobre la geología superficial y la geomorfología de los Llanos Orientales.

Para entender la composición de los sedimentos superficiales de los Llanos, es necesario hacer una breve

## Terciario

Cretáceo superior (formación Guadalupe)  
Cretáceo medio (formación Villeta)  
Cretáceo inferior (formación Cáqueza)  
Paleozoico: Carbonífero  
Rocas intrusivas de Cundinamarca  
areniscas y conglomerados

La Cordillera a través de su historia geológica ha sido sujeta a varios levantamientos y hundimientos. Desde el punto de vista geogenético de los Llanos los últimos solevantamientos grandes del Terciario y del Cuaternario son los más interesantes, porque estos dieron lugar a los grandes procesos de erosión en la Cordillera, causa y fuente de la sedimentación en los Llanos.

En el principio del Terciario las formaciones cretáceas empezaron a ser cubiertas por los depósitos terciarios. La formación Guaduas es la más conocida. La sedimentación continuó en condiciones terrestres por un sistema de ríos bajando de la Cordillera Central que en aquella época ya tenía alturas mucho mayores que la Cordillera Oriental.

En la mitad del Terciario (Oligoceno-Mioceno) empezó el levantamiento grande de la Cordillera Oriental en dos frentes principales: un frente largo en la región entre los ríos Duda y Upía y otro más corto, pero por lo menos tan intenso, en la región de El Cocuy. El solevantamiento fue acompañado de fuertes plegamientos y fallas paralelas y transversales a los plegamientos. El efecto general fue una erosión grande de los sedimentos terciarios depositados anteriormente, causando la deposición de los mismos materiales a niveles más bajos. El terciario superior así formado todavía está presente en los flancos de la Cordillera en las zonas al oriente de los dos frentes principales del levantamiento.

El levantamiento del terciario no fue muy grande comparado con el levantamiento del cuaternario; probablemente en ningún sitio de la Cordillera alcanzó 2.000 metros. El grande solevantamiento ocurrió después en el cuaternario. Según Schuchert apenas hacia el final del pleistoceno alcanzó la Cordillera alturas superiores a 3.000 metros. El levantamiento ocurrió según el mismo patrón descrito para el terciario. Hubach deduce de los

revista de la geología de la Cordillera Oriental, como compilación de lo publicado (véase la bibliografía).

## Geología de la Cordillera

El croquis geológico del país muestra que el macizo de la Cordillera Oriental consiste principalmente de formaciones cretáceas, localmente ya erodadas y dejando al descubierto formaciones más antiguas del mesozoico y del paleozoico. Rocas intrusivas graníticas se encuentran entre el río Duda y el río Upía. Los flancos de la Cordillera a ambos lados tienen en grandes extensiones fajas del terciario. A continuación se da la composición aproximada de las distintas formaciones:

(esp. terc. superior)  
areniscas  
pizarra con bancos de caliza  
pizarras  
esquistos arcillosos alternando con calizas  
grano-dioritas

afloramientos actuales las siguientes alturas alcanzadas para la formación Guaduas (Terciario inferior): en la región de Quetame y Guateque más de 6.000 metros, en la región del Upía alrededor de 4.000 metros, en el Nevado de El Cocuy más de 7.000 metros, y en la depresión del alto Arauca entre 2.000 y 3.000 metros, lo que indica claramente las ondulaciones en la dirección de la Cordillera.

El anterior proceso de levantamiento diferencial es muy importante para entender los sedimentos de los Llanos. En las zonas de mayor levantamiento la erosión fue mayor también porque allá las pendientes fueron mayores. El resultado de la erosión fue la remoción de estratos superiores dejando al descubierto estratos inferiores.

La erosión de la Cordillera fue acompañada por una sedimentación en los Llanos, y en forma muy simplificada podemos imaginarnos que los estratos en los Llanos reflejan los estratos de la Cordillera, pero en sentido invertido. Es decir, los estratos superiores de la Cordillera fueron erodados primero y como consecuencia fueron los depositados primero. Un estrato inferior de la Cordillera fue atacado más tarde y por tanto depositado *encima* del primer depósito en los Llanos. La erosión de los estratos de la Cordillera no fue pareja: donde ésta tenía mayor altura hubo mayor erosión y los estratos inferiores quedaron descubiertos y sujetos también a la erosión. Así en distintas partes de la Cordillera afloran diferentes estratos y el material depositado refleja esta diferencia.

En general se puede decir que los estratos terciarios fueron removidos en su totalidad. El estrato siguiente, el Cretáceo Superior (formación Guadalupe) fue removido en el sur casi completamente, pero parece todavía dominar en el norte (tal vez con excepción de El Cocuy).

Aquí probablemente se tiene el por qué de los sedimentos muy arenosos de Arauca y parcialmente de Casanare: la formación Guadalupe consiste principalmente de areniscas.

Al sur del río Upía la mayoría de los sedimentos llaneros contienen más arcilla, fácilmente explicable, porque en la parte correspondiente de la Cordillera hay mayor cantidad de pizarras del Cretáceo Medio e Inferior en la superficie. No faltan sin embargo las arenas, porque también en esta región de la Cordillera afloran conglomerados del pre-mesozoico y el granodiorita intrusiva.

Durante el estudio de suelos se ha observado que al noreste de Villavicencio y en la depresión de Medina hay suelos más rojos de los que comúnmente se encuentran en los Llanos. Estos suelos parecen tener una fertilidad algo mayor que otros suelos comparables en edad. No se conoce suficientemente la geología detallada de esta región como para explicar satisfactoriamente el fenómeno mencionado, pero algunos estudios geológicos indican la dirección en que hay que buscar la explicación. Wokittel (1953) menciona en la Cordillera oeste de Medina "capas rojas potentes" de arcillo arenisca, que pueden pertenecer al Permiano o al Carbón Superior; además menciona calizas del piso superior Carbonífero. Hubach (1955) menciona el llamado Grupo de Gachalá del Carbonífero, que aflora al oeste de Medina, y que consiste en esquistos arcillosos alternando con calizas y que en su opinión pueden producir suelos productivos porque contienen nutrientes fácilmente aprovechables por las plantas.

#### *Geología superficial de los Llanos Orientales*

El gran solevantamiento del Cuaternario causó una erosión tremenda en la Cordillera y los productos de esta erosión fueron transportados hacia los Llanos, formando allá los depósitos pleistocenos.

La figura 1 muestra en corte el esquema de sedimentación superficial en los Llanos.

En primer lugar se distingue el Pleistoceno Antiguo, un vasto manto aluvial depositado desde la Cordillera hasta el Orinoco. Los materiales son arenosos y cascosos cerca a la Cordillera y especialmente en Casanare y Arauca; paulatinamente cambian a materiales más pesados hacia el Este.

Como ya se dijo, el Pleistoceno fue un período de plegamiento y levantamiento muy activo en la Cordillera; la formación del Pleistoceno Antiguo fue afectada por estos procesos, especialmente al pie de la Cordillera, es decir en el ápice de la formación. Ocurrieron gran cantidad de fallas paralelas a la Cordillera; el ápice del Pleistoceno Antiguo se levantó, y unos kilómetros al este se hundió. El hundimiento afectó la región de Arauca y de Casanare y continuó en Meta en menor grado. La última zona presenta gran cantidad de fallas paralelas y transversales a la Cordillera; cada falla representando un movimiento relativo del Pleistoceno Antiguo a ambos lados de la falla, sin haber tenido el efecto de un hundimiento completo como en Casanare y Arauca. Por esta razón el conjunto de terrazas al este y al sur de Villavicencio es bastante complicado; hay partes que pertenecen al Antiguo Pleistoceno y hay otras que representan sedimentos más jóvenes.

El límite oriental del hundimiento es el valle propio del río Meta. Desde la confluencia con el río Manacacías hasta la frontera venezolana ese río corre casi en línea recta; los barrancos en la margen derecha son más altos que en la margen izquierda y se deduce de estas características la existencia de una falla según la línea que ocupa el río Meta.

Ya bien avanzado el Pleistoceno se estabilizó más o menos el terreno de los Llanos y empezó un nuevo ciclo de sedimentación, esta vez posiblemente relacionado con las glaciaciones de la Cordillera, que cubrieron todos los cerros encima de 3.200 metros en varias fases. En Arauca y Casanare se formó por deposición una llanura aluvial de desborde de gran extensión, y en el Departamento del Meta a lo largo de los ríos fueron depositados los sedimentos que actualmente forman las terrazas. Es bien posible que las tres fases más importantes de la última glaciación estén representadas, cada una, por una fase de sedimentación en los Llanos (6).

Hay indicios de que el hundimiento del Pleistoceno en Arauca y Casanare continúa hoy día en grado ligero. Desde hace 15 años el río Arauca se divide en dos en el punto El Bayonero (véase fig. 2). El agua desviada hacia el sureste inunda grandes zonas, que localmente se conocen como "raudales", y ya llega en unos puntos cerca al río Casanare. Evidentemente hay una depresión en el centro de Arauca a un nivel más bajo que el río Arauca. Es posible que se trate simplemente de que el río Arauca por sedimentación en sus orillas y en su lecho se ha elevado encima del terreno, y que el desvío de El Bayonero es la consecuencia natural de este desnivel, pero entonces parece extraño que únicamente el río Arauca presente tal fenómeno. Más lógico parece suponer la continuación del hundimiento tectónico, también porque la actual depresión en Arauca coincide con el centro del hundimiento del Pleistoceno.

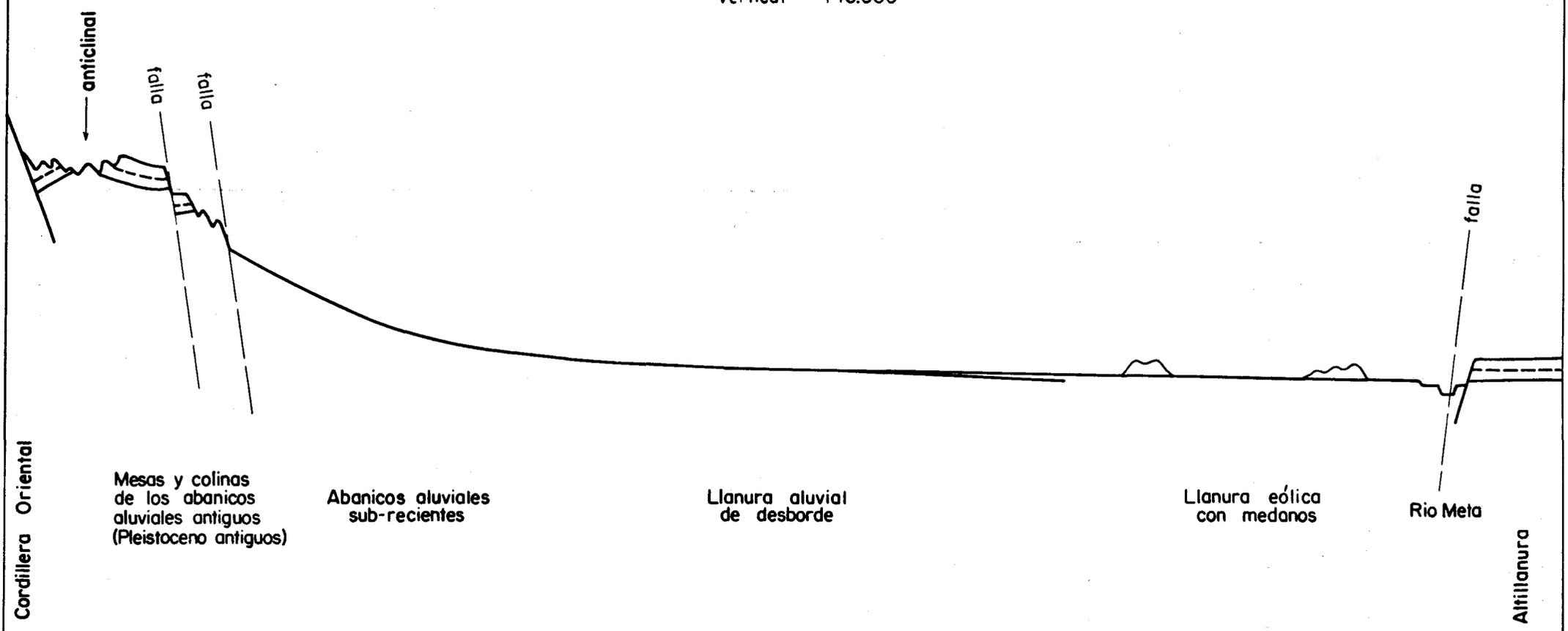
La llanura aluvial de desborde tenía en su tiempo de formación condiciones muy húmedas, las cuales mejoraron ligeramente una vez terminada la deposición. Cerca a la Cordillera se depositó por unidad de área más material que más adentro en los Llanos; por lo tanto el ápice de la llanura aluvial presenta alturas y pendientes un poco mayores, lo cual da un drenaje mejor que en otras partes. En esto influye también la textura de los materiales, toda vez que en dicho ápice los materiales de formación son más gruesos.

En la misma época, es decir al terminar el Pleistoceno, ocurrieron varios cambios de clima. Durante los períodos secos hubo una fuerte acción del viento, resultando en depósitos de loess y arena en la llanura eólica al Este de la llanura aluvial de desborde. Más adelante se describe en detalle los fenómenos relacionados con esta sedimentación.

Al terminar la última glaciación disminuyó el caudal de los ríos, y empezó el último y actual período geológico, el Holoceno. La transformación de los ríos todavía es visible en la superficie. La figura 3 muestra el caño Güirripá al oeste de Orocué y es un ejemplo típico de un río con "misfit" o "underfit meanders", significando esto que los meandros del caño actual son muy pequeños en relación con el tamaño del valle. Los meandros abandonados son más grandes y representan al caudal antiguo del caño. Dury menciona el mismo fenómeno para muchos ríos de Europa.

Figura N° 1  
CORTE ESQUEMATICO A TRAVES  
CASANARE DE BOYACA

Escalas: horizontal 1:1'000.000  
vertical 1:10.000



**Geomorfología de los Llanos**

La fig. 4 muestra el mapa de los paisajes de los Llanos.

La tabla siguiente enumera las unidades, con su posible edad.

**Pie de Monte**

Colinas

(Abanicos aluviales antiguos fuertemente disectados)

Abanicos aluviales antiguos en forma de mesas y terrazas

Abanicos aluviales subrecientes

Pleistoceno antiguo y Terciario

Pleistoceno antiguo

Pleistoceno medio y joven

**Llanura aluvial de desborde**

Llanura aluvial de desborde subreciente

Llanura aluvial de desborde reciente con selva

Pleistoceno medio y joven

Pleistoceno joven

**Llanura eólica**

Llanura eólica con escarceos

Médanos

Pleistoceno joven y Holoceno antiguo

Pleistoceno joven

**Terrazas**

Terrazas aluviales a varios niveles

Altillanura, fases plana, ondulada y fuertemente disectada

Pleistoceno medio y joven, Holoceno antiguo

Pleistoceno antiguo

**Aluviones recientes**

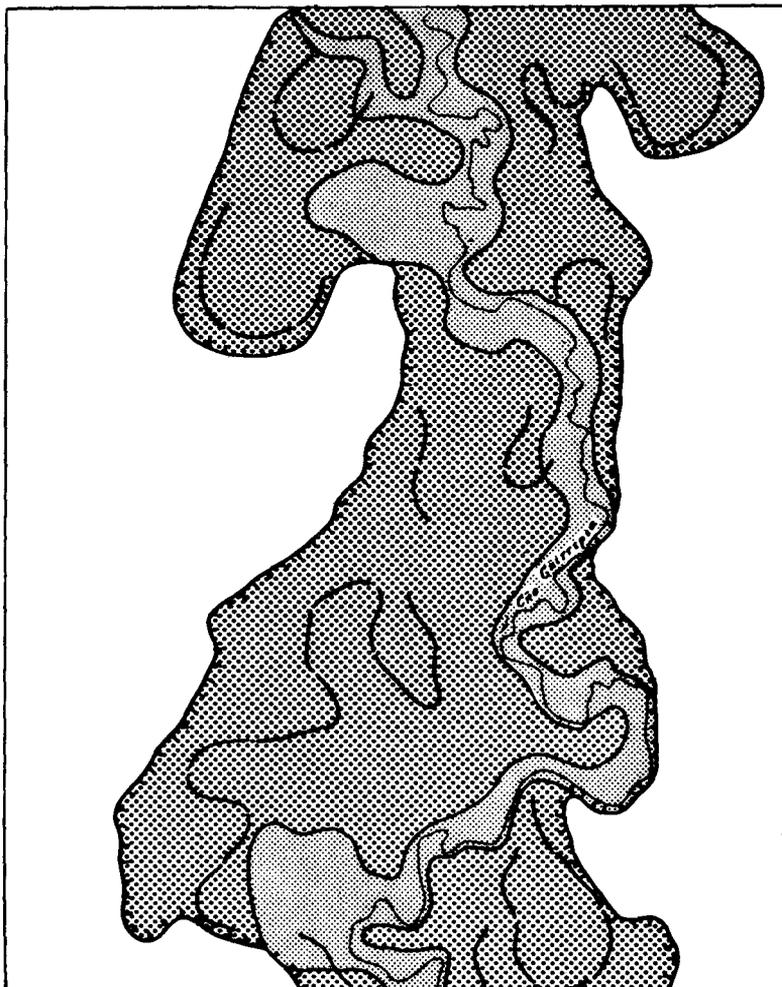
Holoceno joven

Las edades mencionadas arriba deben considerarse como tentativas. Para establecer una cronología absoluta, es necesario disponer de datos más exactos.

tran en posición elevada. Las fases planas y onduladas en los Llanos son frecuentemente conocidas bajo el nombre de "mesas"; este nombre es bien aplicado porque el paisaje forma una extensión de terreno plano, bordeado por barrancos. Localmente esas formaciones presentan pendientes hasta 5%, en general, en dirección oriental. Los barrancos corresponden en el límite orien-

**Descripción de las unidades**

Los abanicos aluviales antiguos pertenecen principalmente al Pleistoceno antiguo, y estos restos se encuen-



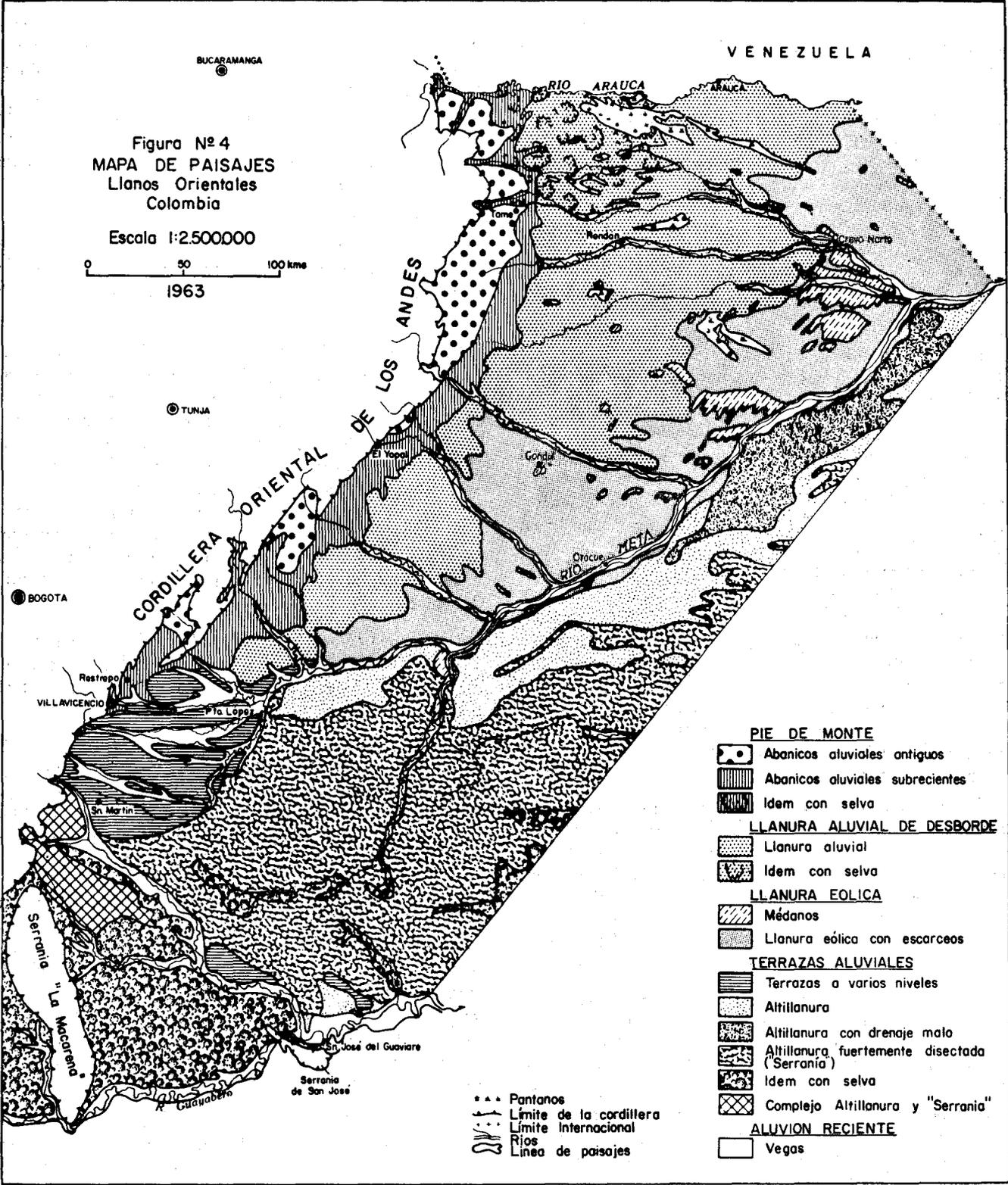
**Figura Nº 3**

MEANDROS MAL AJUSTADOS DEL CAÑO GÜIRRIPIA

Escala: 1:40.000

**CONVENCIONES**

- Llanura eólica
- Aluvión antiguo
- Aluvión reciente
- Barranco
- Meandro antiguo



tal casi siempre a las líneas de las fallas. Los materiales de las mesetas son arenosos y contienen en la superficie en Casanare y Arauca muchas veces cantos rodados hasta de un diámetro de 2 metros. La elevada posición y la textura gruesa causan un drenaje excesivo, por lo cual estas mesetas son muy secas en los veranos.

Otro efecto de la posición elevada es la erosión. Los barrancos fuertes se pueden considerar como pendientes muy inestables y por eso son afectados fácilmente por la erosión. Este proceso ha actuado durante un tiempo relativamente largo y el resultado ha sido que gran parte del Antiguo Pleistoceno ya no se presenta en forma de mesetas, sino en forma de colinas bajas. Frecuentemente quedaron al descubierto los estratos terciarios y por lo tanto el límite entre las colinas bajas y la Cordillera es gradual. En varias partes el Antiguo Pleistoceno fue sujeto a plegamientos suaves, resultando en pendientes mayores (p. e. entre 7 y 12%).

Hacia el sur la textura de las mesetas es más pesada. Al sur del río Ariari y al este de San Martín existen también las formaciones del Antiguo Pleistoceno que, por tener semejanza con la altillanura del oriente, del Meta y del Vichada, se ha incluido parcialmente en tal altillanura.

*Los abanicos aluviales subrecientes* del pie de monte se deben considerar como el ápice de la llanura aluvial de desborde, que por razones de pendiente, posición y texturas relativamente livianas, tienen condiciones hidrológicas mejores que la llanura aluvial de desborde en sí. Se dividen en tres unidades: la primera se llama *abanico superior*, y es formada por la faja pegada contra la Cordillera o contra los barrancos de las mesetas y representa el ápice de los abanicos aluviales subrecientes, un sedimento en principio de materiales livianos, pero frecuentemente cubierto con materiales pesados por razón de erosión laminar y lenta desde las pendientes de la Cordillera inferior. Las pendientes de la unidad son de 1-5%; localmente se presentan pendientes más fuertes, donde los caños han cortado por debajo de la superficie promedio.

Sigue al anterior el *abanico inferior*, que se debe considerar como la continuación hacia el este del anterior. Las pendientes son menores, y en el modo de deposición ya se pueden reconocer los principios de sedimentación diferencial tan evidentes más abajo. El proceso de la sedimentación diferencial, obedece principalmente a los cambios de pendiente y de velocidad del agua de inundación. Dicho proceso puede explicarse como sigue:

Donde hay un cambio brusco en pendiente, como ocurre en los sitios donde los ríos salen de la Cordillera, se depositan los materiales gruesos que estaban en suspensión o rodando en el fondo de los ríos. La acumulación grande de materiales en tales sitios causa un cambio muy frecuente en el cauce de los ríos; finalmente el ápice de un abanico aluvial tiene un patrón tan intrincado de cauces viejos, que es difícil ya reconocer los cauces individuales.

Más abajo hay terreno más amplio para los cambios de los cauces y es posible distinguir los cauces individuales. Los ríos que atraviesan tal terreno, se desbordan en tiempo de crecientes y causan un flujo de agua en forma laminar sobre éste. La velocidad del agua disminuye rápidamente al salir del lecho y los depósitos gruesos en suspensión se depositan cerca a éste, mientras

los depósitos finos son llevados más lejos a los terrenos bajos, donde se depositan.

Tal sedimentación diferencial se puede ver en varias partes del abanico inferior. Hay fajas de textura arenosa que atraviesan esta unidad, fajas que presentan los sitios donde antiguamente corría un río, que ha dejado allí sus materiales livianos, en forma de diques naturales. La superficie del abanico inferior sufrió pequeñas modificaciones después de su formación. Aparentemente actuó una erosión superficial, tal vez en forma laminar, "suavizando" los rastros agudos de la sedimentación aluvial. Algunos caños se formaron y hay zonas donde estos caños posteriormente se rellenaron con materiales finos, producto de la erosión laminar, y donde el drenaje malo causó mayor acumulación de materia orgánica.

Por diferencia en textura relacionada con la naturaleza de las formaciones geológicas en la Cordillera, se puede separar el abanico inferior en tres fases: una de texturas livianas, otra de texturas medias y la tercera de texturas pesadas.

La tercera subdivisión de los abanicos aluviales subrecientes es el *abanico pedregoso*, formado posiblemente en una época de crecientes, representando muchas veces una fase de sedimentación más joven que el abanico inferior. Parece que las grandes crecientes mencionadas removieron partes del abanico inferior y las reemplazaron con sus propios sedimentos, caracterizados por una mayor cantidad de cascajo y piedra cerca a la superficie y distribuidas en fajas entrelazadas que todavía reflejan muy bien como se entrelazaron los cauces distintos de las avenidas de los ríos, "madres" de la unidad.

La llanura aluvial de desborde recibió este nombre en analogía a formaciones similares en las Pampas argentinas (Frenguelli, 1925), y allí denominada con el nombre Llano de desborde.

Por las características de los suelos se dividió la unidad en una fase subreciente y otra fase reciente, ocupando la última el occidente de Arauca, donde se encuentra selva. En la geomorfología no hay mucha diferencia importante, y en lo siguiente se trata como una unidad sola.

Mientras que en el abanico se puede reconocer un patrón distributivo de los cauces, con su centro en el punto donde salen los ríos de la cordillera y de allí repartiéndose en forma de abanico, se observa que el patrón de sedimentación en la llanura aluvial de desborde ya sigue una alineación paralela de los distintos cauces. No hay un límite abrupto porque la llanura aluvial de desborde es la continuación de aguas abajo de la sedimentación aluvial que empieza con los abanicos.

Ya se ha dicho que en el abanico inferior se puede distinguir el patrón de sedimentación diferencial. En la unidad que se discute aquí es aún más evidente tal patrón. Los diques naturales son más alejados entre sí y son separados por zonas bajas, donde las aguas de inundación se acumularon, sedimentando casi todos los materiales finos en suspensión. En los Llanos tales zonas son conocidas con el nombre de "bajo", ciertamente muy apropiado. En el terreno con alguna práctica no es difícil de distinguir los dos elementos principales del paisaje, los diques y los bajos.

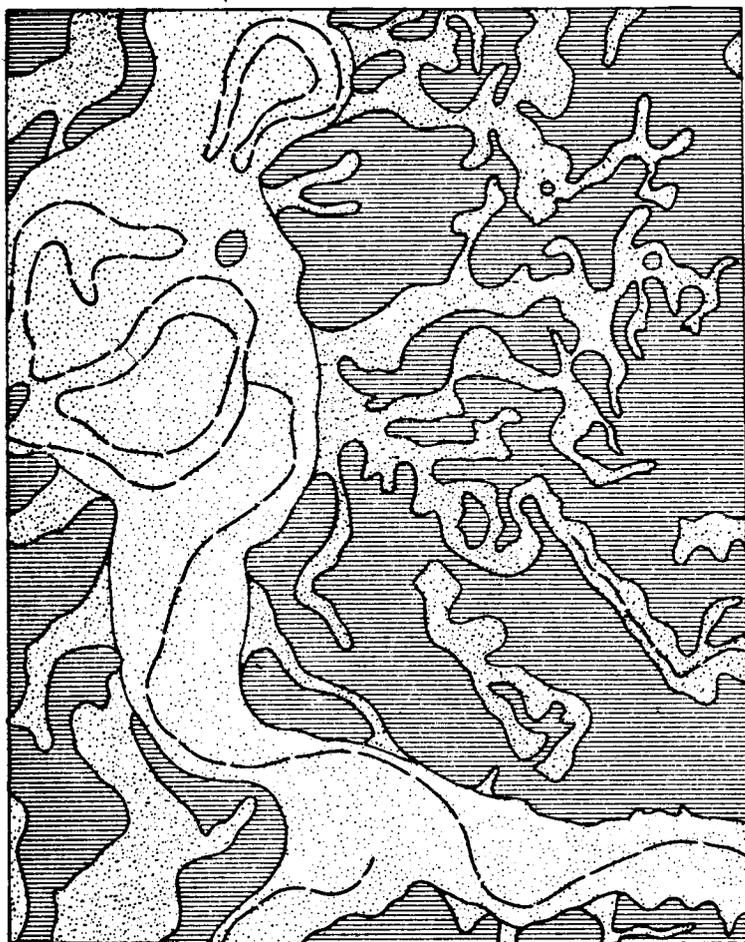


Figura Nº 5

LLANURA ALUVIAL DE DESBORDE

Escala: 1:40000

CONVENCIONES

-  Dique natural (Banco)
-  Dique natural de la salida de madre (Banqueta)
-  Bajo
-  Meandro abandonado (Cañada)

Más abajo, los ríos depositaron sus materiales en un ambiente más tranquilo. Hubo menor número de cambios bruscos en los cauces y cualquier río ocupó durante mayor tiempo su propio lecho. Por esta razón los diques individuales tienen mayor tamaño y la distancia entre sí es mayor.

Los diques se conocen en los Llanos como "bancos". Por la gran cantidad de material acarreado y el caudal grande de los ríos en el tiempo de la sedimentación, los diques se elevaron encima del terreno general. Crecientes repentinas causaron brechas en los diques y las aguas se repartieron en los bajos, depositando sus materiales a lo largo de tales "salidas de madres". Los diques pequeños así formados se llaman en los Llanos "banquetas". La fig. 5 muestra los detalles de la formación cerca a Rondón, al norte del río Casanare. El patrón de sedimentación es muy similar a patrones deltaicos. Los cauces viejos que ocupan el centro de los diques son conocidos bajo el nombre de "cañadas"; en el verano son secos, pero en el invierno se llenan y drenan el agua de lluvia. Los bajos se inundan completamente en el invierno; ocupan más del 50% de la llanura aluvial de desborde y por lo tanto el tránsito se dificulta mucho; únicamente los diques sirven de camino para los llaneros.

Un fenómeno sobre todo típico para la llanura aluvial de desborde es la ocurrencia de los "zurales". Un zural es un terreno lleno de zuros, pequeños montículos separados por zanjas (véase la fig. 6). Los montículos representan el nivel original del terreno, y las zanjas son canales de erosión. La red de zanjas es muy intrincada e irregular; la profundidad de las zanjas varía entre 0.20

y 1.50 m., y la anchura entre 0.30 y 2 m. La profundidad es determinada por la base local de erosión, lo que puede ser el fondo de un bajo o el nivel de un caño cercano. Las zanjas se forman en terreno casi plano, donde la lluvia de aguaceros se acumula en numerosos arroyuelos, corriendo donde la resistencia es menor, es decir entre los manojos de pasto o árboles individuales. Debajo de la selva las zanjas tienden a ser más separadas y más profundas si la base de erosión lo permite.

El suelo, con muchos minerales del tipo kaolinita, tiene poca cohesión y resistencia contra la erosión y es fácilmente acarreado por el agua. En cada época de invierno las zanjas se profundizan algo. En períodos de alta saturación con agua puede ocurrir que las paredes verticales de las zanjas se desploman, cerrando así en parte los zurales. El terreno asume entonces un aspecto como picado de viruelas.

Los zurales se encuentran principalmente en la parte superior de la llanura aluvial de desborde, cerca a la Cordillera, donde las pendientes son algo mayores que más al Oriente. El problema para la agricultura y la ganadería es evidente; la mecanización se dificulta mucho, y el ganado, cuando entra en las zanjas profundas, frecuentemente no sabe salir y fallece, ya por hambre, ya por exceso de agua.

La llanura cólica sigue en el oriente a la anterior en Casanare y Arauca, y está limitada en el oriente por el río Meta. La base de esta llanura es igual a la llanura aluvial de desborde: bancos y bajos se encuentran en el subsuelo. Pero tal formación fue sepultada por un depósito franco limoso a franco arcillo limoso, como un

loess. Este depósito eólico sube el terreno hasta profundidades variables. En varios sitios la capa es muy delgada y únicamente los bajos fueron llenados, mientras que los diques todavía sobresalen como camellones. Por el relieve plano el drenaje es pobre, y ocurren encharcamientos en el invierno.

La llanura eólica muestra un fenómeno que hemos llamado "escarceos". Los escarceos son fajas elevadas de pequeña altura (hasta 50 cms.) y con una anchura entre 2 y 5 metros, aunque ocurren escarceos de mayor anchura. Los escarceos son curvados y corren más o menos paralelos; a veces se conectan entre sí, pero no se cruzan. La dirección es aproximadamente según las curvas de nivel (Fig. 7). Hasta el momento la mejor explicación de su formación es como sigue: Las partículas del suelo son bastante uniformes en tamaño y en tal caso los puntos de contacto entre las partículas individuales son mínimos, lo que resulta en una cohesión mínima. En épocas de invierno, cuando el suelo es completamente saturado con agua, la cohesión disminuye aún más, y la capa superficial mueve en forma laminar como una corriente de lodo. El subsuelo es algo más compacto y entonces el movimiento de la capa superficial es similar a cualquier movimiento relativo entre dos capas de distinta densidad. Tal movimiento causa una ondulación evidenciada por los escarceos (compárese esto por ejemplo con la formación de terracetas en laderas, los llamados "camino de ganado", que también son resultado de un movimiento lento hacia abajo de la capa superficial). Después de su formación inicial la acción del viento puede acentuar más los escarceos, depositando materiales en ellos porque la vegetación en los escarceos es un pasto mejor desarrollado, lo que puede atrapar fácilmente partículas que son arrastradas por el viento cerca de la superficie del terreno. Los escarceos grandes se llaman "banqueticas" en los Llanos.

En principio los escarceos muestran una asimetría en corte transversal, con mayor inclinación al lado inferior. Pero es difícil observarlo en el campo, porque en primer lugar los escarceos son degradados por una erosión superficial, y en segundo lugar las hormigas y los comejenes establecen preferencialmente en los escarceos sus habitaciones, deformando en el acto la forma de ellos.

La otra subdivisión de la llanura eólica es formada por los *médanos*. (Fig. 8). Son dunas longitudinales formadas por la arena de playones de los ríos que antiguamente atravesaron la llanura aluvial de desborde. Supuestamente se originaron en una época de clima seco en los Llanos, cuando todavía había mucha erosión en la Cordillera y los ríos acarrearón mucho material. Tales condiciones podemos suponer durante la transición del Pleistoceno al Holoceno. Esta suposición está en acuerdo con las evidencias de varias otras partes del mundo, donde en la misma época fueron depositados los médanos y las capas de loess (véase p.e. Flint y Zeuner).

La dirección de los médanos es del noreste al suroeste, y se encuentran al lado suroccidental de los ríos abandonados. Tal dirección y tal posición está relacionada con la dirección principal del viento alisio del verano que sopla desde el noreste hacia el suroeste. Los médanos se encuentran por esto al lado barlovento de los ríos. La máxima altura de los médanos es unos 50 metros, y el relieve es ondulado. Las depresiones dentro de un complejo de médanos se llaman "bolsas de duna"

y cuando son profundas, pueden tener una laguna en el centro.

Los médanos son cubiertos por una vegetación de bosque o de pastos, lo que indica que la formación no es activa, sino que se estabilizaron los médanos. Por la forma se puede deducir que el suministro de arena fue grande, pero que disminuyó hacia el final de su formación. Varios médanos muestran una cierta degradación, una forma parabólica. Además ocurre el fenómeno que los médanos posteriormente fueron cortados por corrientes de agua: a través de un complejo de médanos se puede ver a veces un dique natural de un río antiguo.

El área de las *terrazas aluviales a varios niveles* comprende la región entre los ríos Humea, Metica, Ariari y la Cordillera. En estas terrazas quizá se tiene la mayor concentración de fallas por ser la zona final del gran hundimiento de Casanare y Arauca. La dirección de las fallas a primera vista parece arbitraria, pero analizando el patrón con cuidado, se pueden reconocer dos direcciones principales: Una SSW-NNE y otra WNW-ESE. El modelo cruzado de las fallas en esta región es levemente visible en la forma rectangular de algunas terrazas, por ejemplo el Alto de Chichimene, al este de Acaías, pero es más escondido porque las fallas con rumbo aproximado de occidente-orienté están principalmente ocupadas por los ríos afluentes del Metica. Debido a este fenómeno es difícil distinguir entre fallas y entre terrazas normales.

El efecto de las fallas ha sido un movimiento diferencial de varias partes del terreno, durante el cual y aún después, continuó la sedimentación aluvial de los ríos procedentes de la Cordillera. La intensidad de la sedimentación ha variado a lo largo de la historia geológica y es de suponer que tal intensidad está relacionada con las distintas fases de las glaciaciones y además con los procesos tectónicos (levantamientos) y de erosión consecuente de la Cordillera.

Para resumir sencillamente los procesos geomorfológicos que actuaron para formar las terrazas aluviales se puede decir lo siguiente: 1º Las fallas cruzadas de la zona causaron una multitud de distintos niveles en el Antiguo Pleistoceno de la región. 2º La sedimentación aluvial, con intensidad oscilante, cubrió los niveles más bajos del Antiguo Pleistoceno.

De ningún modo se pretende que eso sea la última palabra para explicar el paisaje de esta complicada región. Existen, por ejemplo, fallas que se pueden apreciar hasta en los sedimentos aluviales muy jóvenes, lo que indica que la formación de fallas continuó en tiempo reciente.

De lo anterior se puede deducir que en el momento es imposible establecer una cronología ni siquiera relativa de las distintas terrazas. En términos generales las más altas serán las más antiguas y las más bajas las más jóvenes, pero no siempre es así. Por el momento es mejor limitarse a una descripción física de las terrazas.

En tal sentido se puede decir en primer lugar, que el carácter de las terrazas cambia gradualmente del occidente hacia el orienté. Cerca a la Cordillera las pendientes son mayores, completamente de acuerdo con lo que se observa en la sedimentación aluvial en general. La base de las terrazas (el subsuelo) consiste generalmente de una acumulación de cascajos y piedras, que hacia el

este se encuentra a una profundidad mayor y que cambia paulatinamente a una capa de gravilla y arena. Aunque la lluvia cerca a la Cordillera es mayor, el drenaje de las terrazas es mejor por las razones expuestas: textura y relieve. El porcentaje de suelos mal drenados donde se estanca el agua en el invierno, aumenta hacia el oriente. En la parte superior de las terrazas las texturas son más uniformes, mientras que en la parte inferior (al este) los fenómenos de la sedimentación diferencial se presentan con mayor frecuencia.

Además de las diferencias dentro de una misma terraza, existen distintos niveles entre las terrazas que afectan la calidad del terreno y de los suelos.

Hablando en términos generales y para fines de comparación se pueden dividir las terrazas en tres niveles: alta, media y baja, aunque el número de los niveles sea mayor a tres.

La *terrazza alta* es caracterizada por un drenaje bueno. El porcentaje de suelos mal drenados no es superior a 25%. Los caños que atraviesan esta terraza son más bien intermitentes; no tienen su origen en la Cordillera, sino que nacen en las terrazas mismas, y el abastecimiento de agua se agota fácilmente en tiempo de verano.

La *terrazza baja* se caracteriza por un peor drenaje en general, aunque no faltan algunos suelos bien drenados. En este nivel ocurren encharcamientos en los bajos, especialmente en el oriente; tales encharcamientos forman la causa de los terrenos "zurales".

Entre esas dos terrazas se encuentra un nivel intermedio que forma la *terrazza media*. Mientras que en la mayoría de las terrazas no se encuentran rastros de viejos cauces, en la terraza media se han encontrado algunos diques naturales, como camellones que se curvan en la superficie, que son los testigos de su formación aluvial.

Las *altillanuras* forman parte del depósito aluvial del Pleistoceno Antiguo. Como se explicó en lo anterior, en Casanare y Arauca se hundió esta formación para ser cubierta por sedimentos más jóvenes, pero al Sur y al Este del río Meta se encuentra todavía en la superficie. Por partes la formación es muy disectada y forma un paisaje de colinas, llamado en los Llanos "la serranía". Posiblemente influyó en esta erosión la ocurrencia de pequeños plegamientos y fallas, facilitando esto el ataque de la erosión. La erosión no fue un proceso continuo, sino que se interrumpió varias veces, como es demostrado por un número de terrazas dentro de la serranía a un nivel inferior al nivel de la altillanura. En un cierto sitio al este del río Manacacías se encontraron hasta siete niveles.

Los valles de los ríos que atraviesan la altillanura disectada, muestran una asimetría bastante pronunciada. Las laderas al norte y al este de los valles siempre tienen pendientes menores que las laderas al lado sur y occidental. En los casos en que en un valle se encuentran restos de una terraza baja, se puede observar que estos restos están en su mayoría al norte y al este de los ríos, es decir en la margen izquierda.

Aunque la altillanura es un sedimento aluvial, no ven muchos testigos de esto en la superficie. No hay viejos cauces, ni diques naturales, ni bajos. La superficie es muy suave, como si fueran todas las irregularidades

cubiertas y aplanadas. Es muy probable que esto se deba a la acción del viento durante épocas secas. El material superficial tiene en su distribución granulométrica mucha semejanza a loess, y en un sitio hemos encontrado un "dreikanter", una pequeña piedra con forma triangular muy común para paisajes desérticos donde la arena arrastrada por el viento pule las piedras para deformarlas en forma triangular.

El drenaje natural de la altillanura se efectúa por medio de caños de fondo amplio y pendientes suaves, donde el suelo es orgánico por la humedad durante todo el año. A estos caños típicos los hemos llamado "esteros", una palabra etimológicamente derivada de "estuario", y en la Costa Pacífica usada para las entradas del mar en las marismas, donde actúa el flujo y reflujo de la marea. En algunas partes de los Llanos el término se utiliza para indicar ciertos terrenos bajos, que se inundan frecuentemente, pero no para indicar los "bajos" de la llanura aluvial de desborde, donde el agua de lluvia se estanca en forma de lagunas. Es entonces discutible el aplicar este nombre a los caños de la altillanura, pero por falta de otro término y por querer distinguir estos caños típicos de otros, lo hemos hecho.

Cerca a los esteros, en las bajadas suaves, los materiales son más arenosos. En las bajadas se encuentran rizamientos, surquillos de drenaje, donde hay un poco más materia orgánica. En la fotografía aérea (Fig. 9) se aprecia el fenómeno perfectamente. A veces es difícil apreciar los surquillos en el terreno porque su profundidad es muy poca, y los bordes son muy suaves.

En Vichada hay grandes zonas de la altillanura con un drenaje malo. Estas zonas se encuentran a un nivel algo inferior que el nivel promedio de la altillanura. Es posible que allá ocurrieron algunos hundimientos como resultado de unas fallas paralelas al río Meta. El terreno es muy similar a la llanura eólica, pero faltan los médanos. Los escarceos sí existen en formas muy clásicas, mostrando mejor la asimetría típica de éstos.

Los *aluviones recientes* se llaman "vegas" y se encuentran a lo largo de los ríos principales. Los ríos, cuando salen de la Cordillera, asumen un sistema entrelazado con muchos brazos en el lecho amplio, y frecuentes desplazamientos de los arenales y cascajes. No es raro tampoco que un lecho entero se desplace. Durante las crecientes del invierno ocurren inundaciones irregulares de corta duración, y la sedimentación aluvial es resultado de todos estos elementos del régimen de los ríos. A cierta distancia de la Cordillera los ríos se transforman en ríos meándricos con cauces más definidos, aunque siempre sujetos a cambios bruscos. Las vegas continúan siendo encerradas entre los barrancos de los sedimentos no recientes, y por esto no tienen amplitud ilimitada de correr, y tampoco se observan típicamente los diques y bajos, sino más bien una sedimentación compleja, resultado de frecuentes cambios e inundaciones, con cambios a poca distancia.

Bordeando las vegas, hay fajas de terreno que en los Llanos se conocen como *vegones*. Un vegón es un complejo de aluvión reciente y aluvión subreciente. El nivel pertenece a la terraza más baja, la cual fue invadida parcialmente por los ríos como resultado de una elevación en sus niveles.

## RESUMEN

Después de tratar brevemente la geología de la Cordillera Oriental y la geología superficial de los Llanos Orientales, con atención especial a los movimientos tectónicos, se describen en detalle las unidades geomorfológicas de Arauca, Vichada, Casanare de Boyacá y Meta.

La mayoría de los sedimentos superficiales de los Llanos son de origen aluvial, de la época Pleistoceno. Los restos más antiguos son representados por las mesas y las altillanuras respectivamente del pie de monte y de Meta y Vichada. Entre las fallas al pie de la Cordillera y una falla donde corre el río Meta, se hundió el terreno en Casanare y Arauca. Esta depresión fue llenada por sedimentos aluviales en un patrón deltaico, formando la llanura aluvial de desborde. Se describen y explican los zurales, terrenos con zanjas de erosión superficial. Los depósitos aluviales de la llanura aluvial de desborde y de las terrazas a varios niveles son posiblemente relacionados con las últimas glaciaciones en la Cordillera Oriental.

Durante la transición del Pleistoceno y el Holoceno ocurrieron fases secas de clima, resultando en una llanura eólica en el oriente de Arauca y Casanare, junto con cierta acción eólica en las altillanuras al este y sur del río Meta en Vichada y Meta.

La llanura eólica consiste en un sedimento plano de loess, alternando con médanos longitudinales al lado barlovento de los ríos antiguos.

En la llanura eólica se han observado fajas de poca altura, llamadas "escarceos" y se propone una teoría sobre su origen.

Los aluviones recientes ocupan fajas estrechas a lo largo de los ríos importantes.

## SUMMARY

After a short treatment is given on the geology of the Eastern Cordillera and the surface geology of the Llanos Orientales, with special attention to the tectonic movements, the geomorphological units of Arauca, Vichada, Casanare de Boyacá and Meta are described in detail.

The majority of the surface sediments of the Llanos are of alluvial origin from the Pleistocene epoch. The oldest remains are represented by the mesas and the high plains respectively of the piedmont area and of Meta and Vichada. Between the faults at the foot of the Cordillera and a fault where the Meta river runs, the terrain submerged in Casanare and Arauca. This depression was filled with alluvial sediments in a deltaic pattern, forming the alluvial overflow plain. The "zurales" are described, terrains with superficial erosion channels. The alluvial deposits of the alluvial overflow plain of the terraces at various levels are possibly related to the last glaciations in the Eastern Cordillera.

During the transition between the Pleistocene and the Holocene some dry climatic phases occurred, resulting in an aeolian plain in the eastern part of Arauca and Casanare, jointly with some aeolian influence on the high plains to the east and south of the Meta river in Vichada and Meta.

The aeolian plain consists of a horizontal sediment of loess, alternating with longitudinal dunes leewards of the old rivers.

In the aeolian plain strips of low height were observed, called "escarceos", and a theory about their origin is proposed.

The recent alluvial deposits occupy narrow strips along the main rivers.

## BIBLIOGRAFIA

1. DE MIER RESTREPO, JULIO  
Ensayos de Clasificación Cronológica de las Cordilleras Oriental y Central de Colombia. Informe 80, Inst. Geol. Nal. Col., 7 pp., 1937.
2. DE MIER RESTREPO, JULIO  
Reconocimiento Geológico de una Parte de la Cordillera Oriental. Informe 77, Inst. Geol. Nal. Col., 23 pp., 1937.
3. DURY, G. H.  
The Face of the Earth. Pelican Book A447, 225 pp., 1959.
4. ESCOBAR, RAFAEL  
Informe sobre la Concesión Shell en los Llanos Orientales (Int. del Meta). Inf. 107, Serv. Geol. Nal. Col., 1938.
5. FLINT, RICHARD FOSTER  
Glacial & Pleistocene Geology. New York, John Wiley, 553 pp., 1957.
6. GOOSEN, DOEKO  
A Study of Geomorphology & Soils in the Middle Magdalena Valley, Colombia. Publ. Int. Training Centre Aer. Surv. Ser. B N° 9, Vol. 1, 24 pp., 1961.
7. GOOSEN, DOEKO  
División Fisiográfica de los Llanos Orientales. Rev. Nal. de Agricultura. LV-697, pp. 39-41, 1963.
8. GREENWOOD, J. E. G. W.  
The Development of Vegetation patterns in Somaliland Protectorate Geog. J, 123, 465-473, 1957.
9. HAMMEN, Th. van der  
Estratigrafía del Terciario y del Maestrichtiano y Tectogénesis de los Andes Colombianos. Inf. 1279, Serv. Geol. Nal. Col., 1958.
10. HUBACH, ENRIQUE  
Significado Geológico de la Llanura Oriental de Colombia. Inf. 1004, Inst. Geol. Nal. Col. 19 pp., 1954.
11. HUBACH, ENRIQUE  
Interpretación Geológica de los Suelos de la Región de Chingasa. Farallones de Medina (Depto. de Cund.). Inf. 1105, Inst. Geol. Nal. Col., 1955.
12. HUBACH, ENRIQUE  
Prospecto del Area de San Juan de Arama. Serv. Geol. Nal., Inf. 1076, 21 pp., 1955.
13. LITCHFIELD, W. H. & MABBUTT J. A.  
Hardpan in Soils of Semi-Arid Western Australia. The Journal of Soil Science, Vol. 13 N° 2, pp. 148-159, 1962.
14. Mc FADYEN, W. A.  
Vegetation patterns in the Semi-Desert Plains of British Somaliland. Geog. J. 116, pp. 199-211, 1950.
15. OPPENHEIM, VICTOR  
Rasgos Geológicos de los Llanos de Colombia Oriental. Notas del Museo de la Plata, Tomo VII Geol. N° 21, pp. 231-245, 1942.
16. OPPENHEIM, VICTOR  
Glaciaciones Cuaternarias en la Cordillera Oriental de Colombia. Inf. 276, Inst. Geol. Nal. Col., 44 pp., 1940.

17. PABA, SILVA F. & HAMMEN Th. van der  
Sobre la Geología de la Parte Sur de la Macarena.  
Serv. Geol. Nal. Bogotá, Bol. Geol. 6, 1-3 p. 1-30,  
1958.
18. RESTREPO, HERNAN  
Fuentes de Cal Agrícola para la Int. del Meta. Inf.  
1280, Serv. Geol. Nal. Col., 8 pp., 1958.
19. SARMIENTO, R.  
De Bogotá al Orinoco Anales de Ing. 42, 487 p.  
280-287, 1943.
20. SCHUCHERT, CHARLES  
Historical Geology of the Antillean-Caribbean  
Region 811 pp., New York, 1935.
21. UJUETA L., GUILLERMO  
Investigaciones de Caliza en el Departamento del  
Meta. Inf. 1375, Serv. Geol. Nal. Col., 1961.
22. UJUETA L., GUILLERMO  
Geología y Posibilidades Económicas de Depósitos  
Calcáreos al Oeste de San Martín (Meta), entre  
los ríos Cumaral y la Cal. Inf. 1423, Serv. Geol.  
Nal. Col., 1962.
23. WOKITTEL, ROBERTO & LOPEZ C. JAIME  
Estudios Mineros y Geológicos de la Región del  
Guavio y de los Farallones de Medina (Depto. de  
Cund.). Inf. 919, Inst. Geol. Nal., 43 pp. 1953.
24. WOKITTEL, ROBERTO  
El Problema de Cal en los Llanos Orientales. Inf.  
1235, Inst. Geol. Nal. Col., 5 pp., 2 mapas, 1957.
25. WORRAIL G. A.  
The Butana Grass Patterns J. of Soil Sci. Vol X,  
1 p. 34-53, 1959.
26. WORRALL G. A.  
Tree Patterns in the Sudan. J. Soil Sci. 11, p. 63-67,  
1960.
27. ZEUNER, FREDERICK E.  
Dating the Past; an Introduction to Geochronology.  
Methuen & Co., London, 516 pp., 1958.

# EL POTENCIAL GRAVITACIONAL DE LA TIERRA

JORGE ARIAS DE GREIFF

Observatorio Astronómico Nacional

Las siguientes notas son la ampliación de uno de los temas mencionados en un conferencia que con el título de "Los Satélites artificiales y la forma de la Tierra", tuvo oportunidad de realizar en una de las sesiones de la Academia Colombiana de Ciencias, en el año de 1963. Otros aspectos de dicha charla, como por ejemplo el referente a las perturbaciones de un satélite causadas por no ser el potencial gravitacional terrestre el de una esfera homogénea o formada por capas esféricas homogéneas, y el de las implicaciones geofísicas, podrán ser objeto de otras notas separadas.

Desde el instante en que se contempló la posibilidad de colocar satélites artificiales de la tierra se consideró como uno de sus primordiales fines el de lograr un conocimiento más completo y preciso del potencial gravitacional de nuestro planeta.

Si el globo terráqueo fuera una esfera perfectamente homogénea, o formada por capas esféricas homogéneas, la órbita de un satélite artificial, omitiendo además el efecto perturbador de otros cuerpos celestes, luna, sol, etc., estaría regida por las leyes de Kepler: la órbita sería plana, el radio vector describiría áreas proporcionales a los tiempos, uno de los focos de la elipse coincidiría con el centro de la tierra, la relación del cubo del semi-eje mayor al cuadrado del período sería constante. Siendo la tierra de forma no rigurosamente esférica, la fuerza de atracción ejercida sobre el satélite no va necesariamente dirigida hacia el centro del planeta y su intensidad no es exactamente proporcional al inverso del cuadrado de la distancia. En estas condiciones el movimiento del satélite se puede considerar como realizado sobre una órbita elíptica cuyos elementos, excentricidad, semi-eje mayor, inclinación sobre el plano ecuatorial, longitud del nodo y argumento de su perigeo, estén permanentemente variando en una forma apreciable.

Precisamente, el estudio de las perturbaciones en las órbitas de los satélites permite conocer en mayor detalle el potencial gravitacional de la tierra y de tal potencial obtener a su vez un conocimiento más logrado de la forma de la tierra y de la distribución de su masa.

En las presentes notas se hará referencia al desarrollo del potencial terrestre por medio de Harmónicos Esféricos y a una relación de los valores obtenidos de los coeficientes de tales harmónicos a través del estudio de las órbitas de los satélites por diversos autores.

El Potencial gravitacional de la tierra en un punto exterior a ella satisface la ecuación diferencial

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

conocida como ecuación de Laplace. Esta famosísima ecuación apareció por primera vez en una de las memorias de Laplace, presentada en 1787 y publicada dos años más tarde.

Si esta ecuación se transforma a coordenadas esféricas, mediante las relaciones

$$\begin{aligned}x &= r \operatorname{sen} \theta \cos \phi \\y &= r \operatorname{sen} \theta \operatorname{sen} \phi \\z &= r \cos \theta\end{aligned}$$

puede escribirse de la siguiente manera:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \operatorname{sen} \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \operatorname{sen} \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \operatorname{sen}^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} = 0$$

Se suele buscar una solución de esta ecuación que sea el producto de dos funciones, una de ellas una función de  $r$  y la otra una función de  $\theta$  y  $\phi$ :

$$V = R(r) Y(\theta, \phi)$$

Sustituyendo en la ecuación de Laplace en coordenadas esféricas, se obtiene:

$$\begin{aligned}\frac{2}{r} \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{\cos \theta}{r \operatorname{sen} \theta} \frac{\partial V}{\partial \theta} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2} + \frac{1}{r^2 \operatorname{sen}^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} &= 0 \\ \frac{2}{r} \frac{dR}{dr} Y + \frac{d^2 R}{dr^2} Y + \frac{\cos \theta}{r \operatorname{sen} \theta} R \frac{\partial Y}{\partial \theta} + \frac{R}{r^2} \frac{\partial^2 Y}{\partial \theta^2} + \frac{R}{r^2 \operatorname{sen}^2 \theta} \frac{\partial^2 Y}{\partial \phi^2} &= 0\end{aligned}$$

y multiplicando esta expresión por  $r^2/R Y$ , se obtiene, luego de ordenar los términos:

$$r^2 \frac{d^2 R}{dr^2} + 2r \frac{dR}{dr} R = - \left( \frac{1}{Y} \frac{\partial^2 Y}{\partial \theta^2} + \frac{\cos \theta}{Y \operatorname{sen} \theta} \frac{\partial Y}{\partial \theta} + \frac{1}{Y \operatorname{sen}^2 \theta} \frac{\partial^2 Y}{\partial \phi^2} \right)$$

Designando por  $n(n+1)$  al valor común de los dos miembros de la anterior ecuación, que además debe ser constante, ya que a la izquierda se tiene una función de  $r$  únicamente y a la derecha una de  $\theta$  y  $\phi$ , se puede escribir:

$$r^2 \frac{d^2 R}{dr^2} + 2r \frac{dR}{dr} - n(n+1)R = 0$$

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial \theta^2} + \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \frac{\partial Y}{\partial \theta} + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2 Y}{\partial \phi^2} + n(n+1)Y = 0$$

La primera de las ecuaciones tiene por soluciones:  $A r^n$  y  $B r^{-(n+1)}$ . En el presente caso interesa la segunda de estas soluciones. La segunda ecuación diferencial representa la forma en que aparece por primera vez en las memorias de Laplace de 1782, publicadas en 1785. Es interesante notar cómo es en esta forma más compleja, en coordenadas polares y no en la forma simple que toma en coordenadas rectangulares, como aparece por vez primera. No debe olvidarse que la ecuación de Laplace y las de Legendre fueron logradas por estos dos extraordinarios genios precisamente cuando estudiaban la forma de la tierra y su potencial.

En cuanto esta segunda ecuación diferencial, puede ser objeto de una nueva separación de variables:

$$Y(\theta, \phi) = \Theta(\theta) \Phi(\phi)$$

Sustituyendo se encuentra:

$$\frac{\partial^2 \Theta}{\partial \theta^2} \Phi + \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \frac{\partial \Theta}{\partial \theta} \Phi + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \phi^2} + n(n+1)\Theta\Phi = 0$$

y, finalmente, multiplicando por  $\sin^2 \theta / \Theta \Phi$ , se puede escribir:

$$\sin^2 \theta \frac{\partial^2 \Theta}{\partial \theta^2} \frac{1}{\Theta} + \sin \theta \cos \theta \frac{\partial \Theta}{\partial \theta} \frac{1}{\Theta} + n(n+1) \sin^2 \theta = - \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \phi^2} \frac{1}{\Phi}$$

Denominando  $m^2$  el valor constante común a ambos miembros de la ecuación, resultan las siguientes dos ecuaciones: la primera,

$$-\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \phi^2} + m^2 \Phi = 0$$

Cuya solución es  $\Phi = C \cos m\phi + D \sin m\phi$ , y, la segunda,

$$\sin^2 \theta \frac{\partial^2 \Theta}{\partial \theta^2} \frac{1}{\Theta} + \sin \theta \cos \theta \frac{\partial \Theta}{\partial \theta} \frac{1}{\Theta} + n(n+1) \sin^2 \theta = m^2$$

$$\sin^2 \theta \frac{\partial^2 \Theta}{\partial \theta^2} + \sin \theta \cos \theta \frac{\partial \Theta}{\partial \theta} + [n(n+1) \sin^2 \theta - m^2] \Theta = 0$$

denominada ecuación asociada de Legendre, cuya forma algebraica se obtiene haciendo:

$$\cos \theta = x, \quad \frac{d\Theta}{d\theta} = -\sin \theta \frac{d\Theta}{dx}$$

$$\frac{d^2 \Theta}{d\theta^2} = -\cos \theta \frac{d\Theta}{dx} - \sin \theta \frac{d^2 \Theta}{dx^2} \frac{dx}{d\theta} = -\cos \theta \frac{d\Theta}{dx} + \sin^2 \theta \frac{d^2 \Theta}{dx^2}$$

lo que permite, luego de hacer las sustituciones, escribir:

$$\sin^2 \theta \left( -\cos \theta \frac{d\Theta}{dx} + \sin^2 \theta \frac{d^2 \Theta}{dx^2} \right) + \sin \theta \cos \theta \left( -\sin \theta \frac{d\Theta}{dx} \right) + [n(n+1) \sin^2 \theta - m^2] \Theta = 0$$

$$(1-x^2) \frac{d^2 \Theta}{dx^2} - 2x \frac{d\Theta}{dx} + [n(n+1) - \frac{m^2}{1-x^2}] \Theta = 0$$

Si en la ecuación asociada de Legendre se hace  $m=0$ , se obtiene la ecuación de Legendre

$$(1-x^2) \frac{d^2 \Theta}{dx^2} - 2x \frac{d\Theta}{dx} + n(n+1) \Theta = 0$$

Los polinomios de Legendre  $P_n(x)$  son solución de esta ecuación.

$$P_n(x) = \sum_{k=0}^N \frac{(-1)^k (2n-2k)!}{2^n k! (n-k)! (n-2k)!}$$

en donde  $N = n/2$  para  $n$  par, y

$N = (n-1)/2$  para  $n$  impar.

Otra definición de los polinomios de Legendre es la conocida con el nombre de fórmula de Rodrigues:

$$P_n(x) = \frac{1}{2^n n!} \frac{d^n}{dx^n} (x^2-1)^n$$

Los primeros cinco polinomios de Legendre se indican a continuación:

$$\begin{aligned} P_0(x) &= 1 \\ P_1(x) &= x \\ P_2(x) &= \frac{3}{2}x^2 - \frac{1}{2} \\ P_3(x) &= \frac{5}{2}x^3 - \frac{3}{2}x \\ P_4(x) &= \frac{35}{8}x^4 - \frac{15}{4}x^2 + \frac{3}{8} \end{aligned}$$

Por su parte la ecuación asociada de Legendre se satisface por los polinomios asociados de Legendre.

$$P_n^m(x) = (1-x^2)^{m/2} \frac{d^m P_n(x)}{dx^m}$$

$m$ , es un entero menor que  $n$  y el valor absoluto de  $x$  es menor que 1.

Los primeros polinomios asociados de Legendre son:

$$\begin{aligned} P_1^1 &= (1-x^2)^{1/2} \\ P_2^1 &= 3x(1-x^2)^{1/2} \\ P_2^2 &= 3(1-x^2) \\ P_3^1 &= \frac{3}{2}(5x^2-1)(1-x^2)^{1/2} \end{aligned}$$

Volviendo a la forma trigonométrica, y recordando que para  $m=0$  los polinomios asociados se reducen a los polinomios de Legendre, se pueden indicar en un solo cuadro todos ellos:

$n$	$m$	$P_n^m$	
0	0	1	
1	0	$\cos\theta$	Zonal
1	1	$\sen\theta$	Sectorial
2	0	$\frac{3}{2} \left( \cos^2\theta - \frac{1}{3} \right)$	Zonal
2	1	$3 \sen\theta \cos\theta$	Teselar
2	2	$3 \sen^2\theta$	Sectorial
3	0	$\frac{5}{2} \left( \cos^3\theta - \frac{3}{5} \cos\theta \right)$	Zonal
3	1	$\frac{15}{2} \sen\theta \left( \cos^2\theta - \frac{1}{5} \right)$	Teselar
3	2	$15 \sen^2\theta \cos\theta$	Teselar
3	3	$15 \sen^3\theta$	Sectorial
4	0	$\frac{35}{8} \left( \cos^4\theta - \frac{6}{7} \cos^2\theta + \frac{3}{35} \right)$	Zonal

En las referencias anotadas al final puede encontrarse una completa discusión de las ecuaciones de Legendre y de los polinomios aquí citados, así como sus propiedades y el detalle de las demostraciones concernientes. (Bronwell, 1953; Byerly, 1959; Dettman, 1962; Ramírez, Takeuchi, Ruiz, ( ). Para lo que aquí interesa bastará recordar que se asumió para el potencial una solución

$$\begin{aligned} V &= R(r) Y(\theta, \phi) \\ V &= R(r) \otimes (\theta) \Phi(\phi) \end{aligned}$$

$Y_{n,m}$  suele denominarse como armónico superficial

$V_{n,m}$  recibe el nombre de armónico sólido.

Si  $m=0$ , se denominan armónicos zonales, si  $m=n$ , se llaman sectoriales, en general se denominan teselares. En la figura adjunta se representan, como ilustración algunos de estos armónicos.

Retornando al potencial y de acuerdo con las soluciones obtenidas atrás para las 3 ecuaciones diferenciales, se podrá escribir:

$$V_{n,m} = \frac{B_n}{r^{n+1}} (C_{n,m} \cos m\phi + D_{n,m} \sen m\phi) P_n^m(\cos\theta)$$

en donde  $n$  y  $m$  son enteros positivos con  $n \geq m$

La expresión general para el potencial sera la siguiente:

$$V = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{B_n}{r^{n+1}} \sum_{m=0}^n (C_{n,m} \cos m\phi + D_{n,m} \sen m\phi) P_n^m(\cos\theta)$$

separando los términos en los cuales  $m$  vale cero, e incorporando en  $C_n, 0$  el coeficiente  $B_n$ , la expresión queda:

$$V = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{r^{n+1}} \left[ C_{n,0} P_n(\cos\theta) + \sum_{m=1}^n (C_{n,m} \cos m\phi + D_{n,m} \operatorname{sen} m\phi) P_n^m(\cos\theta) \right]$$

Si se considera únicamente el término  $n=0$ , y recordando que  $P_0(\cos\theta) = 1$ , se deberá tener para el potencial el valor correspondiente al de una masa con simetría esférica, por lo tanto,

$$\frac{C_{0,0}}{r} = \frac{GM}{r}$$

Además, si el origen del sistema de coordenadas coincide con el centro de masa de la tierra, el coeficiente del término  $n=1$  es cero; lo anterior permite escribir:

$$V = \frac{GM}{r} + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{r^{n+1}} \left[ C_{n,0} P_n(\cos\theta) + \sum_{m=1}^n (C_{n,m} \cos m\phi + D_{n,m} \operatorname{sen} m\phi) P_n^m(\cos\theta) \right]$$

Es, sin embargo, lo usual expresar el anterior desarrollo no en función de la colatitud aquí llamada  $\theta$ , sino de la latitud geocéntrica  $\phi'$  y denominar la longitud por  $\lambda$ . Además, utilizando una nomenclatura que se emplea con más frecuencia para los coeficientes de los polinomios, se puede modificar la escritura de la expresión del potencial:

$$V = \frac{GM}{r} \left[ 1 - \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{r}{R} \right)^n \left[ J_n P_n(\operatorname{sen}\phi') + \sum_{m=1}^n (J_{n,m} \cos m\lambda + K_{n,m} \operatorname{sen} m\lambda) P_n^m(\operatorname{sen}\phi') \right] \right]$$

Las constantes  $G$ ,  $M$  y  $R$  valen, respectivamente

$G = 6.668 \times 10^{-8}$ (c, g, s)	(Constante gravitacional).
$M = 5.977 \times 10^{29}$ gr.	(Masa de la tierra).
$R = 6378, 388$ Km.	(Radio ecuatorial de la tierra)

Antes de la época de los satélites artificiales se conocían los coeficientes de los armónicos zonales segundo y cuarto pero con una exactitud mucho menor que en la actualidad. Los valores más aceptados eran los de Jeffreys y Jongolovitch. Al aceptar la hipótesis del equilibrio hidrostático se asumían nulos los armónicos zonales impares.

Los primeros análisis de las órbitas de los satélites no sólo lograron una mayor exactitud para dichos coeficientes, sino que mostraron la existencia de una asimetría de la tierra con respecto al ecuador en la forma de coeficientes no nulos para los armónicos zonales  $3^\circ$ ,  $5^\circ$ , etc. El tercer armónico zonal es el que ha dado lugar a la llamada "forma de pera" del globo terráqueo, claro está, admitiendo para la forma de la tierra la de una superficie equipotencial: las latitudes más al norte de  $35^\circ$  estarían elevadas, entre el ecuador y esta latitud habría una depresión, al sur del ecuador y hasta el paralelo  $35$  sur se encontraría una protuberancia y finalmente las latitudes australes estarían hundidas (ver la figura donde se ilustra el tercer armónico zonal).

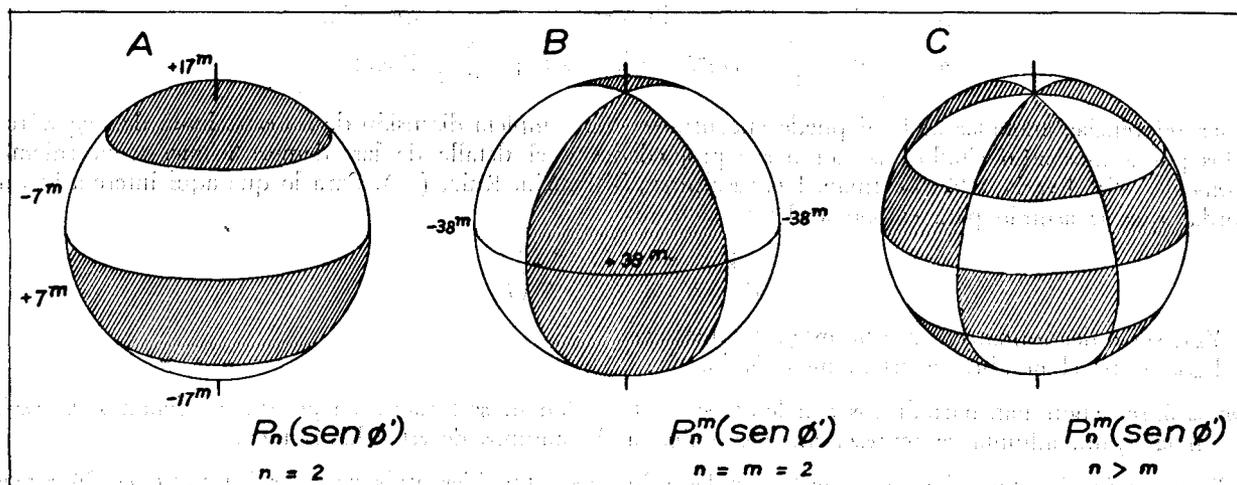


FIGURA N° 1

A — *Harmónico Zonal*: La figura representa las zonas de signos contrarios correspondientes al tercer armónico zonal. En general, hay  $n$  cambios de signo a lo largo de un meridiano, o, lo que es lo mismo, en  $n$  paralelos la función es igual a cero. Para el valor  $J_3 = -2.566$  del potencial terrestre, las discrepancias correspondientes en los polos son  $\pm 17$  metros y en las zonas restantes alcanzan valores máximos de  $7^m$ .

B — *Harmónico Sectoral*: Se ha dibujado el término  $n = m = 2$ . El armónico sectoral cambia  $2n$  veces de signo, a lo largo de un paralelo; es cero, por lo tanto, en  $2n$  meridianos. Para el valor  $J_{22} = -1,97$  las máximas discrepancias con una esfera son de  $\pm 38$  metros.

C — *Harmónico Teselar*: Se ilustra aquí el término  $n = 6, m = 3$ ; se nota como hay  $2m$  cambios de signo a lo largo de un paralelo y  $n - m$  cambios de signo a lo largo de un meridiano. La función es cero en  $2m$  meridianos y  $n - m$  paralelos.

Estudios más recientes han mostrado la existencia de armónicos sectoriales y teselares, especialmente el armónico sectorial dependiente de  $m = n = 2$  que da lugar a considerar la elipticidad del ecuador; ver también figura respectiva. Esta elipticidad del ecuador ya había sido contemplada en algunos trabajos clásicos de geodesia.

El cuadro siguiente incluye los valores de los coeficientes de los armónicos zonales del potencial terrestre obtenidos por diversos autores.

	O'Keefe (1959)	Kozai (1959)	King-Hele (1961)	D. E. Smith (1963)	Kozai (1963)
$J_2$		$1082,19 \pm 0,024$	$1082,79 \pm 0,15$		$1082,48 \pm 0,4$
$J_3$	$2,4 \pm 0,3$	$-2,285 \pm 0,018$		$-2,44 \pm 0,07$	$-2,566 \pm 0,012$
$J_4$		$-2,124 \pm 0,041$	$-1,4 \pm 0,2$		$-1,84 \pm 0,09$
$J_5$	$-0,05 \pm 0,07$	$-0,232 \pm 0,04$		$-0,18 \pm 0,03$	$-0,003 \pm 0,019$
$J_6$			$-0,09 \pm 0,7$		$-0,39 \pm 0,09$
$J_7$				$-0,30 \pm 0,03$	$-0,469 \pm 0,04$
$J_8$					$-0,02 \pm 0,07$
$J_9$					$-0,114 \pm 0,025$

En cuanto a los armónicos sectoriales y teselares, cuyo estudio apenas comienza, y donde existe aún bastante discrepancia entre los datos de diversa procedencia, sólo se incluyen los correspondientes al término  $J_{2,2}$ , indicando además la orientación del eje mayor del ecuador.

$J_{22}$	$\lambda_{22}$	
$5,33 \pm 0,48$	$33^\circ \text{ W}$	Issak (1961)
1,68	$38^\circ,5 \text{ W}$	Kaula (1961)
$4,0 \pm 0,8$	$11^\circ \pm 6^\circ \text{ W}$	Newton (1962)
$2,3 \pm 0,5$	$37^\circ \pm 9^\circ \text{ W}$	Kozai (1963)
3,89	$22^\circ \text{ W}$	Kaula (1963)
3,43	$21^\circ,5 \text{ W}$	Kaula (1963)
2,20	$10^\circ \text{ W}$	Newton (1963)
1,97	$19^\circ,5 \text{ W}$	Kozai (1963)

## BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

Bronwell, Arthur

Advanced Mathematics in Physics and Engineering. Mc. Graw Hill, 1953.

Byerly, William E.

An Elementary Treatise on Fourier Series and Spherical, Cylindrical, and Ellipsoidal Harmonics. 1893, Reimpresión de Dover, 1959.

Dettman, John W.

Mathematical Methods in Physics and Engineering. Mc. Graw Hill, 1962.

Heiskanen, W. A. y Vening-Meinesz, P. A.

The Earth and its Gravity Field. Mc. Gram-Hill, 1958.

Jeffreys, Sir Harold

The Earth, its origin, history and physical constitution. Cuarta edición adicionada, Cambridge University Press, 1962.

Kozai, Yoshihide

Tesseral harmonics of the potential of the earth as

derived from satellite motions. Smithsonian Institution, Special Report N° 72, 1961.

Kozai, Yoshihide

The potential of the earth derived from satellite motion. Dynamics of satellites, editado por M. Roy, Springer Verlag, Berlin, 1963.

Ramírez, Arturo; Takeuchi, Yu y Ruiz, Carlos

Ecuaciones diferenciales. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, (sin fecha).

Smith, D. E.

A Determination of the odd Harmonics in the geopotential Function. Planetary and Space Science, 11, N° 7, 1963.

Todhunter, I.

A History of the Mathematical theories of Attraction and the figure of the Earth. Macmillan 1873, Reimpresión Dover, 1962.

Webster, Arthur G.

Partial Differential Equations of Mathematical Physics. 1927, Reimpresión de Dover, 1955.

# LA GEOGRAFIA EN ALEMANIA

## SUS METODOS DE INVESTIGACION, SU SISTEMA DE ENSEÑANZA Y SUS RELACIONES CON COLOMBIA<sup>1</sup>

HARALD UHLIG

Universidad de Giessen

Ibero-América y la historia de la Geografía Alemana tienen relaciones muy singulares: este continente fue recorrido, inclusive Colombia, desde 1799 hasta 1804, por un hombre, cuya obra y cuya vida recibieron un influjo definitivo de estas tierras, y más aún si se considera que este hombre —Alejandro de Humboldt— fue uno de los fundadores de la ciencia geográfica moderna.

En el año de su muerte, es decir en 1859, nació Alfredo Hettner, cuya principal labor consistió en haber determinado la metodología de la geografía alemana, así como la del resto del mundo. A la vez Hettner fue uno de los primeros precursores que realizaron investigaciones científicas geográficas en Colombia, y al mismo tiempo creó las bases de una cartografía y de los estudios geológicos modernos en el país. De 1882 a 1885 viajó por Colombia. Los resultados científicos de estos viajes están contenidos en las siguientes obras:

“Die Sierra Nevada von Santa Marta” en “Petermanns Mitteilungen”, año 1885, tomo 31, págs. 92-97. Gotha: Justus Perthes.

“Kartographische Ergebnisse einer Reise in den Columbianischen Anden” (Resultados cartográficos de un viaje por los Andes Colombianos) en “Petermanns Mitteilungen”, tomo 34, págs. 104-112.

“Die Kordillere von Bogota” (La cordillera de Bogotá) en tomo extraordinario N<sup>o</sup> XXII N<sup>o</sup> 101-104 de “Petermanns Mitteilungen”, Gotha, Justus Perthes; 1882.

“Die Anden des westlichen Columbiens” (Los Andes del occidente colombiano) en “Petermanns Mitteilungen”, Tomo 39, págs. 129-136. Gotha: Justus Perthes, 1893.

“Reisen in den Columbianischen Anden” (Viajes en los Andes colombianos) en Editorial Duncker y Humblot, Leipzig, 1888.

“Zur Geologie den columbianischen Zentralkordillere” (Sobre la geología de la Cordillera Central de Colombia) en Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, N<sup>o</sup> 7, pág. 195, Stuttgart, 1908.

En la misma época, 1882 hasta 1884, llegó su colega, Wilhelm Sievers, de la Universidad de Giessen, a Venezuela y de allí a Colombia. Con estos viajes no solamente se estrecharon las relaciones científico-geográficas con Colombia, sino que al mismo tiempo se estableció el primer contacto científico de la Universidad de Giessen con Colombia y América, ya que Guillermo Sievers era catedrático de Geografía en Giessen de 1890 a 1921.

<sup>1</sup> La presente conferencia fue pronunciada por el autor con ocasión de la visita que realizaron en los primeros meses del año 1963 cinco profesores de Giessen (Ankel, zoología; von Denffer, botánica; von Vexküll, medicina interna; Umlig, geografía y Weyl, geología) con el propósito de estrechar las relaciones científicas y establecer un intercambio entre la Universidad Julius Liebig de Giessen, y las Universidades colombianas.

En Colombia Sievers exploró principalmente la Sierra Nevada de Santa Marta, y fue él quizás uno de sus primeros investigadores, constatando sobre el terreno por primera vez una glaciación pleistocénica de los Andes Tropicales, más extensa que la actual (1887).

Hoy la misma Universidad de Giessen escogió la Sierra Nevada de Santa Marta como epicentro de sus investigaciones futuras.

En 1888 se editaron 4 publicaciones con el resultado de sus viajes. Entre ellas “La Sierra Nevada de Santa Marta y la Sierra de Perijá” (en Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlín). Luégo un libro, que es más bien la descripción literaria de un viaje: “El viaje en la Sierra Nevada de Santa Marta” (Leipzig, 1887). Más tarde, dos viajes lo llevaron de nuevo a Suramérica. Visitó entonces la Guajira en Colombia desde la península de Paraguaná. En 1894, Sievers publicó la primera geografía por regiones de Sudamérica en alemán. Una nueva edición revisada de esta obra apareció en 1903.

Al terminar el siglo pasado escribió F. Regel una geografía regional de Colombia. Luégo W. Reiss y A. Stuebel trabajaron sobre el volcanismo del país, y F. V. Schenck escribió sobre lo que hoy son los departamentos de Antioquia y Caldas<sup>2</sup>. Más tarde P. P. von Bauer exploró e investigó el Noroeste de la cuenca Amazónica (1919), y en 1927 H. Vageler escribió sobre el río Magdalena. En 1928, el actual Presidente de la “International Geographical Union”, Carl Troll, entonces un joven científico, estudió y determinó a través de extensos viajes, y por cuenta de la “SCADTA”, las condiciones geográficas como condición previa para la creación de la primera red de tráfico aéreo en un país suramericano. Más tarde escribió para el famoso “Handbuch der geographischen Wissenschaften” el capítulo sobre Colombia. En los últimos años continuó la tradición de investigaciones geográficas alemanas en Colombia, especialmente Herbert Wilhelmy, hoy Ordinarius de geografía en la Universidad de Tuebingen. Por fin, con Ernesto Guhl en Bogotá, quien escogió a Colombia como su segunda patria, se realizan en el país importantes trabajos geográficos básicos, tan importantes para su desarrollo<sup>3</sup>. De manera que existe de verdad una tradición todavía muy viva que une a Colombia con la geografía alemana<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Schenck, v. Fr. “viajes por Antioquia en el año de 1880”. Banco de la República.—Bogotá, 1953.

<sup>3</sup> En la ciudad de Santa Marta se fundó, en combinación con entidades colombianas y de la Universidad de Giessen, un instituto de investigación científica. El instituto se va a dedicar especialmente a trabajos de biología marina, pero a la vez pretende ser un centro de ayuda e información para todas las demás ciencias naturales. Para la geografía constituye la región una base ideal de trabajo, debido a la extraordinaria diferencia tanto en el campo físico como cultural. Los trabajos que aquí se van a realizar tienen gran valor práctico para el desarrollo del país.

<sup>4</sup> El autor solamente se refiere a algunos de los investigadores que

Antes de Alejandro von Humboldt, esta nuestra disciplina geográfica, cuya historia retrocede a la antigüedad clásica, era más bien una ciencia de información espacial político-topográfica y estadística, descriptiva y numerativa. Con el despertar de las ciencias naturales a fines del siglo XVIII y principio del XIX, bajo la influencia de Humboldt y de su colega berlinés, Carlos Ritter, este último más bien históricamente orientado, comenzó el desarrollo de la Geografía contemporánea y científica. Al mismo tiempo crecieron y se desarrollaron una serie de sus ramas que, como ciencias de la tierra, formaban parte de ella, tales como la geofísica, geodesia, etnografía, etc., hacia nuevas disciplinas científicas independientes. Mientras Humboldt era un científico independiente, Carlos Ritter aceptó la primera cátedra universitaria de geografía en Alemania en la Universidad de Berlín.

Pero todavía pasó mucho tiempo hasta 1877, cuando el ya mencionado Alfredo Hettner se matriculó en una Universidad con el propósito de formarse como profesor universitario en geografía. La mayoría de los geógrafos anteriores encontraron su camino hacia la geografía a través de las disciplinas afines —como por ejemplo la geología, la física, la historia, las matemáticas, etc.—, lo que exigió luego un largo proceso metodológico, para poder consolidarse como tal en estas diferentes disciplinas. Hasta la fecha aún no ha terminado este proceso en todos los países del mundo. En muchos otros, —especialmente en Sudamérica—, se atienden solamente algunos aspectos de la geografía afines, que representan hoy ciencias independientes, tal como la misma geografía. Tales materias son por ejemplo: la cartografía histórica y actual, la historia del descubrimiento y conquista, la historia política y estadística. La explicación está en que hasta casi hoy en día, en las antiguas metrópolis de las naciones de América del Sur y del Centro, de habla española y portuguesa, la geografía quedó limitada a estos aspectos parciales de la geografía arriba indicados. El desarrollo de la ciencia geográfica con sus métodos y sistemas científicos se hizo especialmente por los geógrafos alemanes y franceses, a los cuales siguieron pronto los países escandinavos y eslavos. El interés de la investigación inglesa por lo pronto se limitó especialmente a las relaciones de viajes y a las exploraciones (“exploration”), para encontrar un poco más tarde —y especialmente con la ayuda de los Estados Unidos— rápidamente su conexión y participación con y en el desarrollo metódico y moderno de esta materia. El número creciente de los institutos geográficos, sus publicaciones y los trabajos prácticos de la geografía aplicados al servicio del desarrollo regional en Sudamérica, hechos que hizo conocer el Congreso Internacional de Geografía en Río de Janeiro en 1956, demuestra que también en este continente existe un desarrollo prometedor.

Pero a la vez es lamentable que aquí en Colombia, y no obstante esta tradición aún tan viva de un Alejandro de Humboldt y Francisco José de Caldas, la geografía científica hasta el presente no está representada en las Universidades. En el mejor de los casos existen unas cátedras aisladas en las diferentes Facultades. Así por ejemplo, en una Universidad del país se enseña la geografía en cuatro diferentes facultades en algunos de sus aspectos,

han trabajado en el país. Seguramente los más conocidos en Alemania. Una información más completa da: Ramírez, Jesús Emilio, “Los Alemanes y las Ciencias Geológicas y Geográficas en Colombia”. Instituto Geofísico de los Andes Colombianos.—Bogotá, 1955.

y separados entre sí. Así por ejemplo en la arquitectura y el planeamiento urbano. Luego en un instituto antropológico y de sanidad. En tercer lugar en la Facultad de Ingeniería (Ingeniería sanitaria, problemas de abastecimiento de agua), y por último en la Facultad de Ciencias Económicas. No obstante que es de celebrar que en todos estos lugares se han dado cuenta de la importancia de la geografía, es sin embargo lamentable, que debido a la división y escogencia de sólo algunos de los aspectos de la geografía, ésta pierde su campo más importante de acción, o sea la comprensión e investigación de la interrelación de las fuerzas naturales y sociales que forman una síntesis armonizante cuyo resultado es el paisaje regional. Especialmente para la incorporación y desarrollo de nuevas tierras colonizables, o trabajos de mejoración en las corporaciones regionales como las de los valles de los ríos Magdalena y Cauca y de la Sabana de Bogotá, por ejemplo, y en otros proyectos de planeamiento regional, ya no se puede prescindir de la preparación y luego colaboración de geógrafos capaces. Afortunadamente tiene Colombia en su Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” una excelente institución cartográfica que prepara las cartas topográficas y mosaicos aerofotográficos, tan indispensables para los trabajos geográficos. Pero las tareas del Instituto son geodésico-cartográficas. Prepara valioso material básico para las tareas geográficas de enseñanza en investigación, pero nunca podrá reemplazar éstas. Sería muy aconsejable para Colombia, si acogiera la iniciativa de crear en sus Universidades más importantes institutos y cátedras geográficas coordinadas en favor de su desarrollo, exploración científica de su territorio, y sobre todo para determinar su actual estructura y futura capacidad potencial. Además en este caso Colombia puede estar segura de la ayuda de los geógrafos alemanes.

Todavía en la Alemania del siglo XIX los profesores universitarios de la Geografía vinieron de las disciplinas afines, antes de que se formaran especialistas a través de un sistemático estudio de la propia geografía. De manera que este proceso del desarrollo de la geografía como ciencia e institución no es casual, sino provocado por la geografía misma. Esta se compone de los fenómenos, fuerzas, formas y funciones más diferentes y variadas, y de las cuales nacen los paisajes y países de la tierra, cuya exploración, explicación y descripción científica es la tarea geográfica. Ellos son fenómenos que pertenecen tanto al reino de la naturaleza, como a la historia del hombre y a las estructuras sociales y a la economía de éste. Todos ellos en conjunto son el campo de la geografía científica. Ninguno de estos fenómenos debe considerarse aisladamente; no constituyen un conglomerado casual, sino que son funcionales integrantes, son componentes de la esfera geográfica.

En ella —la esfera geográfica como base de la geografía física— las leyes naturales causales son activas, y con ellas se integran, guiadas por un desarrollo vital sui generis, los fenómenos de la vida de la flora, fauna y del hombre en un sentido biológico.

Luego el conjunto de estos fenómenos naturales es transformado, a través de una superestructura cultural en un área o paisaje antropogeográfico o cultural, orientado por motivos intelectuales del hombre dentro de determinadas agrupaciones sociales, y a través de un determinado desarrollo histórico. Todos estos fenómenos y fuerzas forman la “superficie de la tierra”, la geoesfera, que se compone de la litosfera, hidrosfera, atmósfera, biosfera y de la antroposfera. El estudio de este conjunto,

que es también conocido como la "substancia geográfica", es objeto de la geografía.

La ordenación sistemática de su materia múltiple se hace primeramente por la "geografía general" que estudia e investiga los diferentes fenómenos y sus variedades, más su distribución a través del planeta para luego hacer la tipificación correspondiente. Viéndolo así, la geomorfología, por ejemplo, forma parte de la "geografía física".

Ella tiene como tarea principal la explicación de las formas y la dinámica del relieve terrestre, cuyo origen está determinado por una parte por la geología y la tectónica, por otra parte por las fuerzas exógenas (descomposición, erosión, denudación, etc.). Luego la climatología, la hidrología, la glaciología entre otras; con estos últimos aspectos ya nombrados y algunas otras ramas de la geografía física que, —claro está— también tienen una influencia sobre el complejo geográfico. De manera que ya este relato parcial de la ciencia geográfica muestra la integración e interrelación de los diferentes fenómenos y procesos en la geografía. Las características y la génesis de las formas de la superficie terrestre, representan por su parte, condición previa para otra serie de fenómenos geográficos, como por ejemplo del mundo vegetal, la colonización, del aprovechamiento de la tierra y las comunicaciones. Para alcanzar resultados más detallados por métodos experimentales más amplios, se agregó a la geomorfología en los últimos años el trabajo del laboratorio de morfoscopia (por ejemplo para la clasificación de la grava o de los materiales de arcilla, determinación del tamaño del grano, etc.). En la climatología, la glaciología, la hidrología y la oceanografía, la geografía hace contacto con las disciplinas afines como la geofísica y la meteorología. El desarrollo del tiempo y de los procesos atmosféricos, así como su causalidad, son hoy en día un campo propio de esta última disciplina. Pero el clima con su curso regular a través del año, está unido por tantas e íntimas relaciones mutuas a las diferentes regiones de la tierra y contribuye tanto para el carácter propio de éstas, que siempre va a formar parte integral de la geografía.

Por su relación genética con la geología, con el clima, con los procesos geomorfológicos y con el régimen hidrológico, por un lado, así como por su efecto sobre la colonización, uso de la tierra, etc., por el otro, también la ciencia del suelo —la edafología— es una importante disciplina afín de la geografía; ella representa hoy en día una disciplina independiente.

La "Biogeografía" abarca la geografía vegetal y animal. También aquí se ha reservado, como es natural, el tratamiento de las diversas plantas y asociaciones de plantas, así como la teoría sobre su distribución, que corresponde a la geobotánica y a la botánica. Pero para los geógrafos son importantes las asociaciones de plantas como unidades de vegetación en su extensión espacial, así como en su relación causal con la realidad geográfico-física, pero también en relación con la transformación de la tierra provocada por acción del hombre. Esto corresponde a aquella actitud metódica de la geografía que describe ya Alejandro von Humboldt en el año 1799, a la salida para su viaje a América del Sur, con las siguientes palabras: "Coleccionaré plantas y fósiles, haré observaciones con instrumentos excelentes; analizaré el aire químicamente... pero todo esto no es el objeto de mi viaje. En la coordinación de los elementos, la influencia de la creación no orgánica sobre el mundo animal y

vegetal, hacia esta armonía se dirigirán siempre mis ojos".

Con la expansión del género humano sobre el planeta se produjo el cambio de la parte más grande de la superficie de la tierra en un paisaje cultural ("Kulturlandschaft"), o también regionalmente en un paisaje de destrucción ("Raublandschaft"), cuando la actitud del hombre no fuera constructiva y vigilante, sino solamente destructiva y exportadora, lo que es lo común en los países tropicales. La investigación sistemática de estas ramas de la geografía la realiza la antropogeografía o geografía cultural. La antropogeografía no es solamente, como se ha pensado antes —y en parte todavía hoy, especialmente entre los no-geógrafos—, la ciencia de la dependencia del hombre de la naturaleza.

Claro está, la naturaleza representa, en el complejo geográfico, una condición básica para la creación y desarrollo del paisaje cultural, pero de la misma importancia son las fuerzas históricas, la actitud social, la vida económica, la técnica, etc. Sus influencias se estudian por medio de la geografía de la colonización, la geografía económica (con su parte muy desarrollada y especialmente útil para la aplicación en la vida real, que es la geografía agraria), la geografía social, la geografía de las comunicaciones, etc., que tomaron un rápido auge en los últimos años. Si hoy podemos constatar que con las modernas posibilidades técnicas y científicas, el problema de la capacidad resistencial de la tierra, es decir, el problema de si la tierra con el rápido crecimiento de la población y con el simultáneo aumento del estandar de vida pueda alimentar esta población, ya no es asunto de la geografía física, en primer lugar, sino mucho más un asunto de la geografía social, así se manifiesta la importancia que tiene esta última en la actualidad.

Esta es la explicación de que en las Universidades alemanas el tiempo disponible para el estudio y el trabajo de los geógrafos está repartido por partes casi iguales entre las dos grandes columnas principales de la geografía general, es decir, de la geografía física con la geografía biológica, y de la geografía cultural.

La coordinación de los fenómenos y las experiencias obtenidas en los diferentes campos de la "geografía general" de un determinado territorio de la tierra conduce a la "geografía regional". Pero la continuación en el desarrollo del análisis de los fenómenos locales hacia la descripción de espacios más grandes, que como complejos geográficos son el conjunto de los primeros, resulta muchas veces un tratamiento esquemático, enciclopédico, que no respeta ni interpreta la integración de la nueva realidad espacial formada de componentes naturales y antropogénicos de un espacio con características propias.

Para vencer estas dificultades y poder determinar la interrelación de los diferentes fenómenos en forma gradual y a través de un orden lógico, se impuso en los últimos tiempos en la metodología geográfica alemana la idea de intercalar el "Análisis local del paisaje" entre la "geografía general" y la "geografía regional". Este "paisaje geográfico" —el análisis local— trata de demostrar la combinación de componentes individuales en complejos compactos que se repiten frecuentemente en determinada tipificación sobre la tierra. De la combinación de estas partes del paisaje, estructuralmente determinadas por las combinaciones funcionales y por las relaciones espaciales, estas últimas ori-

ginadas generalmente por fuerzas políticas, sociales o económicas, nacen al fin "países" en el sentido geográfico, que pueden ser descritos racionalmente por métodos y terminologías científicas<sup>5</sup>.

Solamente la consideración cuidadosa de esta integración, determinada por la materia de fenómenos naturales y culturales, impide que la geografía se divida en dos partes diferentes. Este desarrollo se ha realizado efectivamente en algunos países por ejemplo en la Unión Soviética y en los otros países del bloque socialista, en donde se enfrentan hoy en día la "geografía física" y la "geografía económico-política" como dos ciencias, casi autónomas, con sus diferentes métodos. También en los Países Bajos existe una amplia separación entre "geografía física" y "geografía social".

Se comprende, considerando el desarrollo actual de las ciencias, que un solo individuo no puede realizar investigaciones activas en tantas ramas de la ciencia geográfica, lo que exigiría una especialización y división de las fuerzas. Pero si esto conduce a una división institucional y dura, de tal manera que el geógrafo pierde la visión del conjunto y el conocimiento básico de su ciencia, entonces sí surge el peligro de que los objetos propios de la geografía, es decir, los países y paisajes, escapen a un estudio integral.

Las Universidades alemanas toman en cuenta esta situación, conservando hasta donde es posible, la geografía como una sola asignatura. Pero como la materia se extiende sobre otras disciplinas, la geografía puede pertenecer a diferentes facultades, como por ejemplo a la de las Ciencias Naturales, a la de Filosofía, Economía, o a la Sociología.

Esta amplitud, determinada por el carácter del objeto, da motivo también a que el estudiante de la geografía pueda completar su estudio con muy diferentes disciplinas auxiliares que se extienden desde la geología, ciencias del suelo, meteorología, botánica y zoología, matemáticas, etc., hasta la prehistoria, historia, etnología, sociología, ciencias económicas y filología. Según el centro de interés de la organización de sus estudios abarcan las diferentes ramas de la geografía general, ya sea más en el sentido de las ciencias naturales, o de las ciencias humanísticas ("Geisteswissenschaften"), pero adquiriendo siempre conocimientos básicos y seguros de las demás ramas de la materia.

Tampoco es posible alcanzar un conocimiento completo de la "geografía regional" en igual calidad para todos los países, considerando las dimensiones espaciales de la primera, que abarca pues todo el planeta. Por esto se observan convencionalmente en los exámenes ciertos principios, según los cuales se exige fuera de un conocimiento de todas las partes de la geografía general y de la tierra entera, un conocimiento especial y profundo de Alemania, de una parte mayor de Europa y de uno de los continentes no-europeos, así como de una parte de la "geografía general" (como por ejemplo geomorfología, geografía de colonización, etc.). Importantes —naturalmente— son además los conocimientos de la estructura y coherencia de las grandes zonas que abarcan países

<sup>5</sup> La concepción geográfica del término "paisaje" en el idioma español, está ampliamente explicada en:

Fochler-Hauke, G.: "Corología Geográfica; el Paisaje como Objeto de la Geografía Regional".

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Estudios Geográficos, Serie Didáctica, N° 7, 1953.

y continentes, como por ejemplo la zona tropical, las latitudes templadas, las zonas polares, etc.

El tipo de las combinaciones de la geografía con otras materias está determinado entre una gran parte de los estudiantes por el hecho de que quieren alcanzar el profesorado en geografía en colegios secundarios (segunda enseñanza). El "Examen oficial del Estado", necesario para el magisterio superior, prevé combinaciones de materias que corresponden luego a la enseñanza secundaria. En Alemania trabajan los profesores en diferentes materias, al contrario de Inglaterra, Escandinavia y Holanda, donde enseñan solamente en su materia principal. Por esto resultan combinaciones de algunas materias, como por ejemplo geografía con filología (germanística, anglicanística, etc.), poco ventajosas desde el punto de vista de la geografía científica.

Condición previa para el Examen oficial del Estado (Staats-examen) es la elaboración de un trabajo científico que corresponde a la tesis para obtener el diploma en otras disciplinas.

Los estudiantes que se orientan desde un principio hacia la investigación científica en las universidades, o hacia las profesiones de la "geografía práctica o aplicada", escogen entre las materias auxiliares para hacer las combinaciones que les sirven para su futuro trabajo práctico como geógrafos. Como posibilidades profesionales se ofrecen fuera de las universidades ante todo actividades en la planeación y en la investigación espacial ("Raumforschung"), estadística, economía, administración, etc. Para estos estudiantes sirve como examen final de los estudios únicamente el grado académico de Doctor (de ciencias naturales o de filosofía), grado que pueden conseguir también los licenciados que han obtenido examen oficial del estado para el magisterio.

Para corresponder a las hoy en día crecientes necesidades de realizar trabajos geográficos prácticos, es menester permitir a los geógrafos trabajar una vez terminados los estudios, pero antes de adquirir el título de doctor o de efectuar el examen para el magisterio. Esto hace necesaria la creación del grado de "geógrafo diplomado" (análogo a los ya existentes grados de "geólogo diplomado", "químico diplomado", etc.).

La combinación de la geografía con materias auxiliares muy diferentes, y la envergadura de la geografía misma, determinan que el desarrollo del estudio de la geografía sólo parcialmente se pueda orientar por un plan fijo de estudios. Naturalmente que existen seminarios y trabajos prácticos que corresponden a los diferentes grados del estudio, y cuya asistencia es obligatoria y condición previa para la entrada a los "Seminarios superiores", y para los exámenes finales. Con esto se asegura que el estudiante obtenga los conocimientos básicos necesarios en todas las ramas importantes de la "geografía general" y de las ciencias auxiliares, y las capacidades y prácticas técnicas, como por ejemplo en la cartografía. En los Seminarios Superiores el estudiante tiene que trabajar en forma independiente y de iniciativa propia sobre problemas científicos. Al lado de esto el alumno asiste desde los primeros semestres, junto con los estudiantes adelantados, prácticamente a todas las cátedras sobre la "geografía regional" o aspectos de la "geografía general" que se le ofrecen durante todos los años de estudio en su instituto. Esta "oferta" de cátedras geográficas por los profesores de un instituto geográfico uni-

versitario está arreglada de tal manera que se trata de conferencias y seminarios que abarcan el lapso de tiempo que un estudiante cursa normalmente en la universidad (8 hasta 12 semestres), informando sobre todas las ramas importantes de la "geografía general" y de las macro-regiones de la tierra.

Naturalmente cada profesor universitario puede transmitir conocimientos profundos de su materia y de las regiones en las cuales él mismo ha practicado trabajos de investigación. Por esto la geografía ve con beneplácito, que el estudiante —según tradición alemana— cambie de tiempo en tiempo su universidad para recibir estímulo de los diferentes profesores. Esto mismo también es válido para la profundización de los conocimientos regionales de Alemania por medio de las excursiones. Los coloquios suministran también conocimientos especiales por medio de los trabajos de los investigadores de otras universidades, que participan como huéspedes durante el semestre para discutir con los profesores y los estudiantes. Además, los candidatos para el doctorado presentan para la discusión los resultados de sus investigaciones en la forma de una disertación en tales coloquios. Estos trabajos, que contienen investigaciones científicas originales, especialmente de estudios sobre el terreno, son la condición previa para la adquisición del título de doctor.

Los temas pueden tratar tanto problemas especiales de la "geografía general" como también exposiciones sobre geografía regional en territorios más pequeños. Después de haber aceptado la facultad la tesis, el candidato para el doctorado debe presentar además un examen oral en geografía y en dos materias accesorias (según su propia opción). Una vez que haya comenzado el candidato su tesis, trabajo que ocupa generalmente de 2 hasta 3 años, el doctorando se especializará más en las ramas de la geografía a las cuales pertenece su tesis, mientras que todo el estudio anterior trató de suministrarle una amplia visión general sobre la tierra como materia geográfica.

Importancia especial se da a la cartografía, como medio auxiliar de gran valor para la geografía. Esto no quiere decir que el estudiante de la geografía deba ocuparse en la elaboración de mapas topográficos, como era el caso anteriormente. Estos trabajos corresponden hoy en día a la geodesia como disciplina independiente y más fácilmente orientada. Para el geógrafo es más importante —dominando naturalmente los principios básicos de la elaboración de un mapa topográfico—, ser capaz de evaluar la información de las diferentes técnicas cartográficas, formas y escalas, que deducir una amplia idea del paisaje respectivo, a través de la interpretación del contenido del mapa. Pero además es tarea del geógrafo registrar los resultados de su investigación geográfica en "mapas aplicados" o "mapas temarios". Por lo mismo se exige generalmente en nuestro plan de estudio dos prácticas cartográficas, una para la interpretación de mapas topográficos y otra para elaborar "mapas temarios" propios. Con el desarrollo de la técnica de la fotografía aérea se añade un nuevo trabajo, el de la evaluación geográfica de fotografías aéreas —la fotogeografía— que puede conducir a importantes profundizaciones y aceleración del trabajo geográfico.

El creciente interés por la colaboración de geógrafos en la planeación nacional para la cual ellos son especialmente aptos a causa de su conocimiento de la interrelación de las diferentes fuerzas que actúan en la estruc-

turación de los países y paisajes, nos llevó a una ampliación adicional de las prácticas (seminarios) para familiarizar al alumno con las posibilidades y técnicas de la planeación (con la aplicación de métodos estadísticos modernos).

Un campo especialmente amplio para los geógrafos, se presenta también con los proyectos de fomento de los llamados "países en desarrollo", porque el éxito de los programas de desarrollo depende de un análisis acertado estructural de los elementos tanto naturales como históricos y sociales de la realidad geográfica.

De paso mencionamos que el conocimiento de las lenguas extranjeras es condición previa para un trabajo efectivo. Esto ya es válido durante el estudio, porque en un solo idioma no se dispone de literatura suficiente con información que corresponda al momento actual de la ciencia sobre todas las regiones de la tierra.

Pero toda literatura, y especialmente en la ciencia de la tierra, no es capaz de reemplazar la grande importancia que tienen los conocimientos y experiencias personales sobre el terreno en las diferentes partes, climas y regiones naturales y culturales del mundo. De manera que los viajes para obtener visiones amplias sobre grandes regiones de la tierra y para la investigación intensiva en ciertos espacios menores, son condiciones indispensables para un trabajo efectivo. Esto vale especialmente para el tesoro de experiencias del explorador y profesor académico, pero también para el estudiante. Por esto mismo pertenecen las excursiones didácticas-geográficas a lo esencial del estudio, pues el paisaje significa para el geógrafo lo que es el laboratorio en el cual experimentan e investigan el físico y el químico. Cada semestre se organizan diferentes excursiones y prácticas de terreno durante uno o más días. A esto se añaden, durante las vacaciones del verano, las excursiones de una hasta tres semanas, muchas veces al exterior. Mientras los institutos geográficos ingleses y norteamericanos generalmente prefieren organizar con sus estudiantes sus "field-weeks" en un lugar fijo, la Universidad alemana prefiere las "excursiones sinópticas" ("Übersichts-Exkursionen"), que a través de viajes más extensos y en diferentes lugares de observación (en bus, tren, a caballo o a pie), ofrecen una visión general y comparativa de diferentes espacios.

A causa de su costo se limitan estas excursiones a países europeos. El tan importante conocimiento de otros continentes, de otras zonas terrestres, como por ejemplo de los países tropicales y de pueblos y culturas enteramente diferentes al nuestro, son de la mayor importancia, por lo menos para el científico interesado en la investigación y ciencia. Estas posibilidades de viajar se alcanzarán generalmente una vez terminados los estudios, por medio de viajes por cuenta propia, o por el intercambio académico con universidades de ultramar.

Esperamos que en el futuro se abra un amplio campo para un activo intercambio científico entre Alemania y Colombia. Los geógrafos alemanes están muy dispuestos a continuar la ya vieja tradición de investigación científica en este maravilloso país, tan variado tanto natural como culturalmente. Sería para ellos de una grande satisfacción si con el resultado de sus investigaciones pudieran contribuir al desarrollo del país, y sobre todo sería un gran placer prestar su ayuda a las Universidades colombianas, donde tarde o temprano tendrán que crearse Institutos o Facultades de Geografía.

# ASPECTOS GEOGRAFICOS Y HUMANOS DE LA REGION DEL SUMAPAZ EN LA CORDILLERA ORIENTAL DE COLOMBIA

ERNESTO GUHL

## Ubicación geográfica y extensión

La región geográfica de Sumapaz, que abarca el macizo andino del mismo nombre, en la Cordillera Oriental, está ubicada entre la *Depresión de Uribe* (1.874 m.) en el sur, sobre  $\pm 3^{\circ}20' N.$ , y la *Sabana de Bogotá* (2.660 m.) en el norte, sobre los  $4,5^{\circ}$  latitud norte aproximadamente, con una extensión de cerca de 120 kms. Su máxima *anchura* en dirección este-oeste es de más o menos 100 kms., tomando como límite la curva hipsométrica de 500 metros.

Dentro del macizo así delimitado se encuentran algunos pequeños valles con alturas inferiores a la curva límite indicada, pero la inmensa mayoría del territorio de la región es montañosa, con alturas superiores, alcanzando la máxima con  $\pm 4.300$  metros en el *Cerro Nevado de Sumapaz*. Abarca, por consiguiente, todos los pisos térmicos, con temperaturas medias superiores a  $27^{\circ}C$ , en los valles de la *tierra caliente*, e inferiores a  $7^{\circ}C$  en el *páramo alto*.

Como ya está indicado, el *Macizo o cordillera de Sumapaz* empieza al norte de la depresión de Uribe (también llamada Alto de las Cruces), con dirección general norte y aumentando rápidamente en altura. También se ensancha grandemente hacia el oriente. Después de una extensión de 60 kms. en línea recta, y la dirección indicada, se llega al *Alto de Oseras* (3.830 m.), que marca el límite entre los Departamentos del Huila, Cundinamarca y Meta. Todo este trayecto de la vertiente meridional y suroriental está todavía cubierto de *bosque andino* (hasta  $\pm 2.700$  m.), *bosque de niebla* (hasta  $\pm 3.200$  m.), *pajonales* en el páramo bajo (hasta  $\pm 3.500$  m.), y *pajonales* menos desarrollados en el páramo alto con alturas superiores a los 3.500 m. Toda la región está prácticamente despoblada, excepto pequeños y débiles focos de colonización espontánea en la alta cuenca del río Duda.

Constituye el Alto de Oseras la parte meridional del nudo andino del macizo de Sumapaz; un nudo orográfico que forma una estrella fluvial con sus respectivos valles. De aquí se desprenden las *hoyas hidrográficas* del río *Cabrera* hacia el sur, del río *Sumapaz* o Fusagasugá, hacia el norte; hacia el noreste del Alto de Oseras está la cuenca del río *Guape* —afluente del río Ariari— pero con dirección opuesta a la indicada, ya que baja a las llanuras orientales, y tiene sus cabeceras en las lagunas que rodean el Cerro Nevado de Sumapaz. Algo al occidente del nudo del Alto de Oseras están las cabeceras de las aguas del río *Prado* (Cunday).

Desde el Alto de Oseras se extiende con dirección E.N.E. el *Páramo de Sumapaz* por unos 45 km. hasta el *Pico de los Ranchos* (3.960 m.), de donde se desprende hacia el sureste un ramal cordillerano que culmina en el Cerro Nevado de Sumapaz (4.300 m.), y luego continúa en considerable extensión hacia el sur, dando origen a un valle interandino longitudinal, ubicado entre el eje del páramo de Sumapaz (divisoria entre las

aguas que van hacia los ríos Magdalena y Meta), y la cordillera del Nevado —denominada en la parte alta *la maleza*, por lo abrupto de su topografía alpídica, por lo casi desprovisto de vegetación—, y atravesado por el río Nevado que constituye la parte alta del río Guape. Este valle, como todos los demás valles y toda la vertiente del macizo de Sumapaz que dan sobre los llanos orientales, están totalmente despoblados, desconocidos y cubiertos de selva en toda su extensión. Pertenecen estas tierras al Departamento del Meta, y ninguna otra región en la Orinoquía y Amazonía colombiana ofrece condiciones tan favorables para su propio desarrollo y el del país entero, como estas tierras andinas del Meta con su piedemonte. Ubicados en el centro de la República y siendo continuación hacia el oriente de su epicentro, Bogotá, forma hoy espacialmente —aunque no aprovechada— una unidad económica con ésta, en lo que radica la importancia y futuro desarrollo de estas tierras, cuyas distancias de Bogotá están dentro de un radio de 100 a 200 km.

## LA PARTE CENTRAL DEL MACIZO DE SUMAPAZ

### *El Páramo Alto* \*

La parte central del macizo se extiende a 20 km. de Bogotá y por encima de una altura de 3.000 metros desde el embalse de Chisacá en el norte (3.100 m.) hasta el Alto de Oseras en el sur, sobre más de 90 km. y con una anchura media de cerca de 30 kms. La inmensa mayoría de este territorio, de aproximadamente 2.700 km.<sup>2</sup> está por encima de los 3.500 metros sobre el nivel del mar, y constituye el llamado *Páramo Alto*.

El límite inferior del páramo alto  $\pm$  los 3.500 metros, constituye la altura máxima para la vida del hombre en el Sumapaz y en todas las montañas de Colombia (excepto la Sierra Nevada de Santa Marta y las regiones andinas de Nariño, donde sube algo más este límite). Equivale este límite de altura en su importancia al límite polar en el sentido latitudinal, que es idéntico con la isoterma de  $10^{\circ}C$  durante el mes más cálido del año. Es decir, no se desarrolla el bosque, ni maduran la mayoría de las plantas útiles para la vida del hombre. También el páramo alto es carente de vegetación arbórea, excepto muy pequeñas manchas de arbustos, favorecidos por la topografía local.

### *El clima del páramo alto*

*Temperatura:* La temperatura media debe estar alrededor de  $7^{\circ}$  a  $9^{\circ}C$ , con ninguna variación anual, pero fuertes oscilaciones diarias, que pueden llegar, y sobre-

\* La exploración del páramo alto y la elaboración de un croquis de la región que se adjunta, fue posible con la ayuda de la CAR, que nos pidió la escogencia de los lugares para la ubicación de pluviómetros con el fin de conocer el régimen de las lluvias en el páramo alto, y un posible aprovechamiento de las aguas con destino a la sabana de Bogotá.

pasar los 25°C en la época de verano (menos lluvioso y hasta seco = diciembre — marzo).

A continuación algunos datos sobre el estado del tiempo, durante una excursión en el mes de febrero del año de 1963, que se caracterizó por un tiempo muy inestable.

*Campamento Cueva Andabobos,*      *Altura = 3.650 m.*  
 5 p. m. — toldado con llovizna      8°C  
 7 a. m. — niebla      2°C

Durante la noche cayó escarcha. La atmósfera fue muy húmeda.

*Campamento Las Perlas,*      *Altura 3.850 m.*  
 5:30 p. m. — toldado con lluvia      4°C  
 6:30 a. m. — toldado      3°C

La noche era toldada con lluvias esporádicas; la atmósfera era muy húmeda.

*Campamento Las Ollas,*      *Altura 3.890 m.*  
 5:30 p. m. — tempestad (granizada)      3°C  
 6:30 a. m. — nublado      1°C

La atmósfera era muy húmeda, y con la baja temperatura se siente el frío más intensamente.

*Campamento La Primavera,*      *Altura 3.400 m.*  
 5:30 p. m. — toldado      7°C  
 7 a. m. — toldado      6°C  
 2 p. m. — sol      13°C

Durante los 3 días de permanencia en este campamento la temperatura media oscilaba entre 6 y 8°C, las lluvias eran frecuentes.

*Campamento cabeceras río Gallo,*      *Altura 3750 m.*  
 3 p. m. — sol      17°C  
 6 p. m. — tempestad-granizada (mas noche  
     nívea)      3°C  
 5 a. m. — claro, fuerte helada      5°C  
 8 a. m. — sol      12°C  
 5 p. m. — niebla      3°C  
 7 a. m. —      0.5°C

*Humedad:* Hettner describió el clima de los páramos colombianos así: "Los rayos del sol, cuando los hay, tienen una intensidad bastante fuerte a causa del aire enrarecido, pero un sol despejado rara vez ocurre en el páramo. Generalmente está embozado en espesa niebla, la cual actúa como aislante de los rayos solares y se precipita como lluvia continua y ligera; o cae en forma de granizada. La temperatura se mantiene sólo a pocos grados sobre el punto de congelación y un viento helado azota las crestas"\*.

En general, un alto contenido de humedad en el aire es típico del páramo. Sólo cuando hay sol, éste se reduce hasta menos del 50%, pero esto siempre por pocas horas solamente. El terreno está en su mayor parte saturado de agua y en bastantes lugares llega a ser pantanoso, asomándose con frecuencia las rocas. La precipitación anual se estima entre 1.000 y 1.500 mm.

*Suelos:* El suelo por lo general es negro, turboso, ácido, muy profundo, excepto en lugares rocosos de

fuerte pendiente y de escasa fertilidad, porque la poca luz (por la intensa nubosidad) y la baja temperatura permiten la acumulación de materia orgánica, y son factores adversos en la productividad de las tierras, lo que indica que el uso de estas tierras es limitado. El rendimiento sólo alcanza a ser de 1 a 5 en promedio, y sin olvidar que el ciclo vegetativo de las plantas económicas (papa y trigo) es casi el doble de largo que en la Sabana de Bogotá.

#### *La vegetación y utilidad agropecuaria del páramo*

Debido a que el páramo se caracteriza por una baja temperatura media, que es constante, ya que no existe una mayor variación anual, ni en la temperatura, ni tampoco en la humedad, la vegetación se caracteriza por la ausencia de vegetación arbórea. Las plantas de los páramos están especialmente adaptadas para resistir la sequedad fisiológica y el frío. La primera está determinada por la reducción de la absorción que ocasiona la baja temperatura y la elevada presión osmótica del suelo, en contraste con una intensa transpiración en las horas soleadas. Así las plantas presentan una estructura sexomórfica.

El Páramo de Sumapaz está cubierto de una abundante vegetación. La cobertura principal la forma una pradera dominada por gramíneas, entremezcladas con arbustivos de hojas coriáceas y con plantas cespitosas, almohadilladas y arrosietadas. Entre estas últimas están los frailejones (*Espeletia p.p.*), que tienen un tallo sencillo, enhiesto, que puede llegar hasta los 5 y 6 metros de altura.

Las gramíneas forman densos haces de hojas rígidas e involutas, apretadas entre sí, pertenecientes principalmente a los géneros *Calmagrotis* y *Festuca*.

Los arbustos son pequeños y ramosos; presentan hojas coriáceas, pequeñas, con bordes revueltos o asiculares, densas u ombríceas y cubiertas de pelo; las especies leñosas con *Senecio*, *Diplostephium revolutum*, el famoso romero, quizá el árbol más importante para leña, y que en el conjunto con el frailejón constituye la base de la alimentación para el oso, que es el representante más grande de la fauna paramuna, aparte de un venado gris, bastante grande, que habita el alto páramo. El más abundante es el conejo, perseguido por el águila, todavía numerosa en la región.

No menos importantes son los árboles de la especie *Weimania*, en sus diferentes variedades, para leña y construcción (palo colorado), típicos del páramo en su vertiente oriental\*.

Los extensos tembladeros o tremedales están cubiertos por *Sphagnum* denso (*Hartpolster*) que resisten fácilmente el peso de un hombre, tiene un espesor de más o menos medio metro, y debajo se encuentra agua. La Puya no es muy frecuente, y se ve más la Agave. El Chusque (*Chusquea*) es tan abundante, y constituye cuando joven un excelente alimento para el ganado. Tanto el chusque como los pajonales son periódicamente (a fines del verano) quemados, para aprovechar luego los brotes tiernos como pasto para el ganado. Aquí la quema no es perjudicial, porque el fuerte viento no permite que el fuego profundice. La ceniza del frailejón quemado se utiliza como abono (anti-ácido) en las

\* HETTNER, Alfred Dickovdilleve von Bogotá en Petermanns Mitteilungen-Ergaenzungsband XXII — Gotha: Justus Perthes 1892.

\* El llamado PALO COLORADO es un *Polylepis* sp.

partes donde se puede cultivar la papa (hasta  $\pm$  3.600 metros). Es decir, el páramo alto es un espacio económico de explotación temporal. Las viviendas no suben a más de 3.500 metros.

### *Morfología del páramo e hidrografía*

Siendo una región culminante de la Cordillera Oriental, el páramo de Sumapaz es la divisoria de aguas entre los sistemas fluviales del Guaviare-Orinoco en el oriente, y el Magdalena en el occidente, repartiendo sus aguas radialmente en todas las direcciones, desde su parte más alta, de una muy tranquila topografía, de típicas formas periglaciales, formando una serie de hoyas hidrográficas, que pueden ser convertidas en parte en una reserva de agua para la Sabana de Bogotá, y cuyo régimen de lluvias está registrando y estudiando la corporación autónoma de la Sabana de Bogotá.

Un dorso cordillerano ligeramente más elevado (alrededor de 4.000 metros) que las altas cabeceras de los ríos, que divide éstas, se extiende, arrancando en el occidente en el Alto de Rabona (algo más al sur del Alto de Andabobos) hacia el oriente hasta cerca del Cerro Nevado de Sumapaz (4.300 m.), separando las altas cuencas de los ríos Ariari y río Blanco.

Del norte hacia el sur se extiende otro dorso cordillerano, con alturas ligeramente superiores a los 4.000 metros, y que separa la parte occidental del páramo, de tranquila topografía, de la región oriental fuertemente accidentada. Constituyen al parecer ambas partes del páramo diferentes formaciones geológicas. Esta divisoria geológica y topográfica se encuentra en el *Alto de los Cáquezas* (4.000 m.) con la cuchilla divisoria entre los ríos Blanco y Ariari, formando el centro geográfico del páramo de Sumapaz.

La región oriental "alpídica" del macizo de Sumapaz es mucho más rica en aguas que la occidental, y probablemente reciba también una mayor precipitación. En lo general, el paisaje de la región oriental presenta las clásicas formas glaciales de la alta montaña, con un cinturón de lagunas en alturas entre 3.300 m. y 3.600 m., mientras que en la parte occidental predominan los pantanos, debido a que las formas geomorfológicas periglaciales con sus bien desarrolladas morrenas que están todavía intactas, y los famosos valles en forma de U, bien conservados, que luégo la erosión, convierte más abajo en los que tienen forma de V, y que empieza de los 3.500 ó 3.400 metros de altura, desapareciendo también los pantanos.

### *Las glaciaciones en el páramo de Sumapaz y otras Sierras aledañas a la Sabana de Bogotá*

Nuestro grande amigo, por desgracia ya desaparecido, el geólogo-paleontólogo José Royo y Gómez, dice al respecto lo siguiente:

"Hacia fines del período Mioceno y durante el Plioceno, se produjeron los más violentos paroxismos de los movimientos orogénicos andinos que estructuraron y elevaron a la Cordillera Oriental a la posición y forma con que actualmente se nos presenta. Los plegamientos de los estratos y sus rupturas, con fallas de cabalgamiento especialmente, ocasionaron sinclinales más o menos complejos que dieron origen a extensas concavidades en el terreno, que corresponden al emplazamiento actual de las altas sabanas como las de Bogotá, de Fúquene y de Tunja.

Estas gigantescas concavidades se convirtieron pronto en grandes reservorios en donde se acumularon las aguas meteóricas y superficiales con los materiales por ellas arrastradas originándose así los grandes lagos andinos. Estas acumulaciones de agua se aumentaron cuando las sierras que las ondean se cubrieron de las nieblas de las primeras épocas glaciares y más aún en las interglaciares, en las que el deshielo acrecentaría intensamente el caudal de los impetuosos torrentes que de aquellas descendían. El lago de la Sabana alcanzaría entonces su máxima extensión y sus aguas el mayor nivel. Tomando como base a Bogotá, no sería exagerado decir que las aguas pudieron llegar en algún momento al escalón oriental por donde va el paseo Bolívar y que la loma de Suba asomaría a la superficie del lago formando dos islitas alargadas.

Las glaciaciones pleistocénicas que se han podido distinguir en las sierras aledañas a la Sabana de Bogotá son dos: una, la más antigua, que fue en la que los hielos alcanzaron mayor extensión y bajaron a niveles más bajos y cercanos al de las aguas del lago.

Estos glaciares fueron de varias clases: los hubo del tipo alpino, con lenguas largas como el del Neusa, el del río Frío con el páramo de Guerrero, el de San Miguel en Sibaté, los de Chisacá y Bocagrande, que confluían en lo que es hoy la Regadera y seguían fusionados en una sola lengua por el Tunjuelo hasta Usme, el del Teusacá con el de El Verjón y que llegaba hasta el valle de Sopó; los de tipo pirenaico o calzadas fueron frecuentes, sobretudo en la parte occidental de la Sierra de Bogotá como en el Monserrate y en el Alto del Loro. También los hubo intermedios entre esos dos tipos, piemonteses o de pied mont y en forma de casquete como los que originaron las hoyas de San Cristóbal, de San Francisco, del Arzobispo, etc., en las proximidades de Bogotá. Lo mismo podría decirse de toda la parte N. E. de la Sabana, como las Sierras de Nemocón y Suesca, la de Guasca, el Valle del Sisga, etc.

Vemos pues que el dominio de los hielos en aquella época fue tan grande que casi formaban un cerco continuo alrededor del lago sabanero.

La segunda glaciación alcanzó aquí poca extensión pues no cubrió más que las cumbres más altas de los 3.700 m. y especialmente las de 3.450 m. en adelante. Los núcleos glaciares quedaron reducidos por el S. a las partes más elevadas de la sierra de Colorados (Santa Rosa), del Chisacá y del Curubital en Bocagrande y algunos más. De todos ellos fueron los más importantes los de S. en los nacimientos del Chisacá (Tunjuelito) y del Cubillos y los del N. W. en las cabeceras del río Frío y del Neusa.

En la segunda glaciación, el retroceso fue lento y discontinuo. Produjo pues un escalonamiento, en el caso de Chisacá, un verdadero anfiteatro, y sus morrenas constituyeron una verdadera barrera que dio origen a la tan conocida laguna de Chisacá\*.

### *Geología económica*

En cuanto a la riqueza del subsuelo, es digno de mencionar el estudio elaborado por Robert Wokittel bajo el título "Aspectos del yacimiento de caliza en la hoya del

\* Royo y Gómez, José "Las piedras de Tunja de Facatativá y el cuaternario de la sabana de Bogotá". Publicación del Instituto Etnológico Nacional, Bogotá, 1950.

río Cobre en el Páramo de Sumapaz”, escrito en 1953\*. También en el valle del río Nevado, al pie del cerro del mismo nombre, se ha encontrado cal y carbón.

#### *Posibilidades de expansión agropecuaria (colonización)*

El límite cultural del país (límite de la zona habitada) se encuentra en esta parte al sur de Bogotá, a unos 60 km. de la capital de la República, en la hoya alta del río Chochal. De allí hacia el sur se impone el páramo alto con el límite de altura, y detrás de él, ya en la vertiente oriental del macizo, empieza una selva despoblada. Únicamente en los límites del páramo bajo con ésta se encuentra una muy escasa población, como por ejemplo en el valle del río Nevado, a 3.300 m. (unas 10 familias). De aquí hacia abajo hay una selva despoblada, mientras que los afluentes occidentales del río Nevado registran —sólo en la zona paramuna— una densidad algo mayor de población en forma de colonización espontánea. El resto y los valles altos y los que bajan hacia los llanos, son deshabitados.

Existe, pues, a 100 km. de distancia de la capital de la República, territorio desconocido y despoblado, y desde luego, carente de toda cartografía. Provocada fue esta situación quizá por el páramo alto y hostil de Sumapaz. Obstáculo que hoy en día es fácil de vencer, para una ampliación del espacio agropecuario, de acuerdo con el fuerte crecimiento de la población.

#### *Sistema vial en la región*

En la actualidad la vía más importante es la carretera Bolivariana que va a comunicar a Bogotá con el municipio de Colombia en el norte del Huila, desde donde ya existen vías hacia el sur. La carretera está construída hasta los Picos de Andabobos, a unos 76 km. de Bogotá. Desde aquí sigue el trazado todavía sobre la parte más alta del páramo hasta el Alto de Rabona ( $\pm$  10 km. más hacia el sur), para luego dirigirse hacia el S. W., dejando el macizo de Sumapaz al oriente. Es necesario un ramal de carretera que se desprende de la bolivariana en el Alto de Rabona sobre el antes indicado divorcio de aguas hacia el oriente para llegar a los yacimientos de caliza, y luego siguiendo la hoya del río Nevado como vía de penetración hacia el sur-este y oriente. Sin estas vías carretables de penetración no es posible ninguna obra de colonización.

Las vías existentes son en su inmensa mayoría apenas unas sendas a través de los pajonales, o en el mejor de los casos unos difíciles caminos de herradura, transitables sólo durante algunos meses del año. Es decir, la región carece de vías, y si a esto se agrega la naturaleza hostil del páramo alto, entonces se entiende que este macizo andino ha constituído una barrera que impidió y todavía impide la penetración a las tierras detrás de ella.

#### *Aspectos socio-geográficos*

El paisaje cultural, mejor dicho “aculturado”, de la parte habitada de la región, es clara expresión de la estratificación social de sus habitantes. Excepto la vertiente del páramo sobre la Sabana de Bogotá y en el valle del río Chochal, no hay un “paisaje cultural”.

Vive la escasa población en condiciones difíciles, pero mejorables. En la vertiente sobre la Sabana de Bogotá se ha logrado una gran perfección en la técnica del cultivo de la papa, que contrasta con el poco adelanto en las relaciones humanas y el desarrollo cultural, a tan corta distancia de Bogotá. Es uno de los aspectos más interesantes, y a la vez de los problemas más grandes, la pasividad de Bogotá sobre estas sus tierras paramunas. En el campo económico la influencia de la gran ciudad es algo mayor, y muestra cómo la cercanía al mercado recompensa desventajas geográficas, como por ejemplo la típica rotación de tierra en vez de cultivos, provocada por difíciles condiciones geográficas-físicas del páramo (suelos). Los habitantes viven en formas estáticas de vida social, y los “impactos” y “contactos” que produce Bogotá —hasta cierta distancia— y casi exclusivamente en el campo económico como mercado para la papa, nunca se han estudiado.

Así, en las puertas de Bogotá, hacia el sur y hacia el oriente, está un paisaje natural por conquistar. Parte de él es el Páramo Alto de Sumapaz, cuya importancia consiste en ser una fuente de abastecimiento de agua para la Sabana de Bogotá.

#### *La vertiente magdalenense del macizo de Sumapaz*

En ella se encuentra prácticamente la totalidad de la población (la hoya del río Blanco-Oriente no pertenece a la región geográfica-económica del Sumapaz, excepto sus cabeceras), y todos los municipios que están ubicados en la llamada provincia de Sumapaz.

En el norte de la vertiente, a continuación del borde y contrafuerte de la Sabana de Bogotá, y entre la cordillera de Subia y las vertientes del alto Sumapaz, se encuentra la mesa de Fusagasugá. La mesa tiene unos 20 km. de largo, por unos 2 a 4 km. de ancho. En su confín, se extingue en forma de una lengua\*. Al occidente y al oriente la mesa está limitada por los ríos Chocho y Cuja. (En la parte alta del primero está Silvania, y Pasca en el valle superior del segundo).

La meseta cae bruscamente, casi verticalmente, sobre los ríos, con un desnivel que llega hasta más de 300 metros. Frente al borde meridional se hallan cerros de arenisca, igualmente muy abruptos hacia el oriente. Aquí el río Sumapaz ha labrado un boquerón encajonado, muy estrecho. En el lado opuesto del boquerón se ven los grandes precipicios de la Mesa de Limones.

La mesa de Fusagasugá es un plano de acarreo, grandes cantidades de material acarreado han rellenado un valle hondo y lo han emparejado. En los tiempos pasados los depósitos de acarreo eran más extensos. Fueron destruídos en parte y lo que quedó, son las actuales terrazas, que siguen en los valles de los ríos hasta muy arriba, que hoy son el principal asiento de la población. Encima de la mesa de acarreo de Fusagasugá se halla una capa delgada de arcilla, probablemente formada por el producto de descomposición de ceniza volcánica proveniente de la Cordillera Central. Sobre la arcilla y dentro de ella, yacen bloques de arenisca de todos los tamaños —rodados de los ríos— en tal cantidad, que se habla de *mares de rocas*. En otros lugares, sobre todo más hacia arriba y más cerca a la alta cordillera, se encuentran igualmente grandes cantidades de bloques de

\* Wokittel, Roberto: “Aspectos del yacimiento de caliza en la hoya del cobre en el páramo de Sumapaz”. Ministerio de Minas y Petróleos, Servicio Geológico Nacional, Informe 929, Bogotá, 1953.

\* “Compilación de los Estudios Geológicos en Colombia, 1917 a 1933”. Tomo II, Bogotá, Imprenta Nacional, 1934, pág. 154 p.p.

arenisca sobre extensas zonas, que son el resultado de enormes derrumbes, y reconocidos como tales porque se encuentran al pie de paredes abruptas, fenómeno muy frecuente en toda la región a través de todos los pisos térmicos.

Entre la cuenca del río Fusagasugá (así se llama el río Sumapaz desde la confluencia con los ríos Chocho y Cuja) y la del río Cunday-Prado, se levanta una cresta estrecha, alta y pendiente. Detrás de ella en el valle de Cunday se repite el aspecto geológico, topográfico y morfológico.

Son muy típicos los profundos y estrechos valles al lado de las terrazas y mesetas con muy diferentes formas locales, que por ende producen un mosaico bioclimático sobre la base de los pisos térmicos y del famoso clima de chimenea. Especialmente bien desarrollado encontramos este fenómeno en los llanos de Fusagasugá, donde la función del clima de chimenea en los dos valles del borde —Chocho y Cuja— produce un fuerte movimiento vertical de la atmósfera, que impide la nubosidad sobre la mesa, y la consecuencia en esta altura es un clima cálido-seco. La vegetación es xerófila, capa de suelo muy delgado y en parte destruida. Fenómeno que se repite en toda la vertiente, el de la falta de agua y de suelos muy delgados. Pero al lado de estos enclaves edafológicos y climáticos, se encuentran otros, cerca de la alta cordillera y especialmente en las tierras templadas y frías que son húmedos con suelos profundos.

De la vertiente oriental no podemos dar ninguna descripción, por ser totalmente desconocida.

#### *El cuadro de la vegetación en las vertientes del macizo de Sumapaz*

La actividad orogénica de la cordillera y las fuerzas erosivas de los distintos factores atmosféricos determinan el paisaje geográfico, que no es otra cosa que la unidad espacial, sea ella extensa o se encuentre limitada regionalmente en la ágitada topografía de los pisos térmicos del Sumapaz.

Los factores atmosféricos juegan un papel muy importante en la configuración de las pequeñas formas locales, debido a fenómenos de sequía, humedad, calor, frío y viento, que ellos mismos provocan en unión del suelo. De esta manera, paisajes que son similares estructuralmente, ofrecen marcadas diferencias en la vegetación —que influye poderosamente en la formación de los suelos y en la morfología general del relieve— precisamente por la variedad y la manera como estos factores se revelan en el espacio geográfico.

Muestra pues la vegetación las relaciones ecológicas existentes entre ella y los demás factores geográficos. Así la concentración del relieve hipsométrico cubre una extensión horizontal relativamente pequeña, agregada a la ubicación en la zona de transición entre los dos hemisferios climáticos (ecuador climático), determinaron una excepcional riqueza de la flora en el Sumapaz. Se distinguen aquí en concordancia con los pisos térmicos, cinturones horizontales y verticales de vegetación con niveles de flora cuyas características predominantes son la sequedad en las tierras bajas de la vertiente magdalenense, y la humedad en el piedemonte llanero. Luégo la disminución de la temperatura en las partes montañosas más levadas, de acuerdo con su mayor altitud sobre el nivel del mar, que marca los sucesivos pisos

térmicos templados, frío y paramuno. Fenómeno este, que debido a una clara y todavía determinante orientación térmica de todas las formas de vida de la población, no se ha aprovechado debidamente.

#### *Vegetación del piso térmico cálido*

Esta región está definida por una altura sobre el nivel del mar que oscila entre los 400 y los 800 metros; con temperatura media entre los 27,5°C y los 25°C. En la vertiente magdalenense se trata de una región bastante seca en los valles bajos y abiertos hacia el Magdalena, con vegetación de parque, en los que las sabanas se intercalan con montes de bosques con un predominio de las palmeras.

Los períodos de lluvia y sequía son bastante bien marcados. Debido a la situación geonóstica el relieve produce un suelo poroso y seco. La agricultura está circunscrita a las vegas de los ríos, sin que sea imposible extenderla con riego y mejoramiento de los suelos.

En la baja vertiente oriental la vegetación primaria todavía está intacta, ya que la región está deshabitada. La humedad atmosférica es muy alta ( $\pm 90\%$ ) y la lluvia anual oscila entre los 3.000 y 5.000 mm., en contraste con la vertiente occidental, donde rara vez pasa los 2.000 mm. Se trata aquí en el oriente pues de la típica selva pluvial de vertiente no interferida por el hombre todavía; pero aprovechable, especialmente para la ganadería en su primera fase de una colonización. Grande es la influencia de esta selva sobre el clima, pero su influjo se modifica substancialmente con su destrucción, ya que desaparece el clima de la selva pluvial, caracterizado por una circulación atmosférica propia, y separada de la atmósfera general por las copas de los árboles. Dentro de este espacio atmosférico cerrado se desarrollan en los diferentes pisos vegetales de la selva aquellas especies como las epífitas y bromelias que contribuyen al fomento y la conservación de la humedad y a la disminución de la luz, y crean un clima ambiental altamente bochornoso, que provoca en el hombre un estado deprimente a cambio de una tenaz agresividad, le ofrece sólo escasa comida, que lo predispone fácilmente al desequilibrio de su potencial biótico lo mismo que al de la propia selva, en contraste con el bosque andino de las vertientes interiores e interandinas del macizo. En esta selva primaria predominan árboles de 20 a 30 metros de altura, y es enormemente rica en especies y pobre en individuos. Existen en ella el cedro (*Cedrela Mexicana Roem*), caobos (*Swietenia Candollei, Pittier*), ceiba (*Ceibapentandra Gaertn*), samán (*samanea corquibosa*), caucho (*Hevea sp.*), palo blanco (*Symplocos Alstonia Hevit*), y balsos (*Odiroma lacopus Sur*) entre muchos otros, además de una gran variedad de palmeras. Se trata de una selva con un espeso sotobosque y toda ella está muy entretejida con trepadoras, bejucos, epíficos y muy numerosos helechos en las partes permanentemente húmedas, que la hacen difícilmente penetrable, pero condición ecológica indispensable para garantizar el ciclo vital consistente en tener cubierto el suelo con una delgada capa de humus, que se renueva constante y permanentemente. Las posibilidades que ofrece esta selva son para determinado tipo de colonización, y no cabe duda que estas selvas pueden convertirse en sabanas húmedas a base de los pastos artificiales, tal como ha sucedido en la parte central y selvática del valle del río Magdalena y en el Caquetá.

### *El cuadro de la vegetación en los pisos térmicos templado y frío en la región de Sumapaz*

También la vegetación de las vertientes templadas y frías estaba cubierta por el bosque andino húmedo de montaña. Hoy en gran parte, especialmente en la tierra templada, este bosque ha desaparecido, mejor dicho fue remplazado en la vertiente magdalenense por el cultivo del café con un bosque de sombrío, el único bosque cultural en Colombia. En esta faja entre los 1.000 metros a 1.800 metros de altura con temperatura entre 24 y 20°C, con lluvias anuales de 1.500 a 2.500 mm., fue la faja que más sufrió en su aspecto fitogeográfico por la acción del hombre, quien remplazó casi en su totalidad la vegetación primaria para implantar el café con un bosque de sombrío, y cultivos agrícolas como el maíz, yuca, la arracacha, y sobre todo los pastos artificiales. Merecen aquí especial mención las Cinchoneas, de variedades múltiples, que tipificaban el paisaje, mezclándose con numerosas solanáceas y dicotiledóneas. De sus bosques salieron, y todavía salen, maderas apreciadas como el comino (*Aniba peruvutis*), cedro (*Cedrela*), el quicunla (*Daplácea*), los bárcinos (*Callophyllum*) y sin olvidar el guamo (*Tuga sp.*), hoy en día el árbol más importante para el sombrío de los cafetales, y por fin el no menos abundante roble. Tanto las cindroneas o quinas como los robles presentan múltiples variedades, tan sometidos a los factores de altitud, que muchos viajeros pueden determinar con bastante precisión la altitud de un lugar según la variedad que predomina en él. La flora está entretrejida con bejucos de diferentes tamaños y grosos, que suben hasta las copas de los árboles para descender luego y recomenzar su tarea de estrangulación. En las ramas más altas crecen los quiches (*Bromelias*), y las ciatéáceas y helicóneas que representan estas especies muy típicas en estas zonas, personalizadas frecuentemente por los helechos de palma tan abundantes, lo mismo que la gran variedad de helechos que crecen a la sombra de los más altos árboles y forman un "bosque por debajo del bosque".

### *El cuadro geográfico natural y cultural del presente*

La fiebre de explotación de la quina en varias épocas causó grandes estragos en la flora, debido a la forma de la explotación, sin restricciones, y que equivalía en muchas partes —especialmente en la vertiente magdalenense poblada— a una destrucción del potencial natural de la tierra con sus recursos naturales, donde hasta hace pocos lustros había suelos de capa vegetal profunda, cubiertos por espesos y abundantes bosques, hoy apenas surgen delgados mantos, muchas veces incapaces de mantener un bosque ni siquiera de alimentar una ligera capa de pastos. Luego la destrucción de las tierras fue impedida por el bosque cultural del café, y en las partes que no soportaron la ocupación del café, ciertos pastos —como el yaraguá— que se agarran en tal forma al suelo que impiden su movilización por fuerzas exógenas.

Pero sin embargo, el concepto de que las montañas no ofrecen tierras aptas para aprovechamiento, y de que son demasiado pendientes sus vertientes, es una ligera y peligrosa generalización geográfica, resultado de una planeación que no conoce la realidad geográfica, o solamente la ha visto desde el avión. Ningún país de la tierra que quiere prosperar puede darse el lujo de no tocar sus bosques, y mucho menos Colombia, donde la

geografía tropical es vertical. Lo que es Colombia como nación y su desarrollo, se basa en la geografía de sus cordilleras. Lo que sucede es —y lo que hasta la fecha no se ha hecho en el país— que hay que trabajar *con* la naturaleza pero no *contra* ella. Este debe ser el lema, pero no ignorarla. Se debe aprovechar lo aprovechable y dejar en bosque lo que debe quedar como bosque. Se debe teorizar menos y experimentar más con gente capaz de obrar con nueva mente en estas tierras nuevas del Sumapaz. Lo que necesita el campesino no son consejos técnicos de sociólogos, sino ejemplos prácticos de acuerdo con las necesidades del momento, pero saliéndose de esta estructura económica y social —que muchos dirigentes llaman "a la colombiana"— y que no es otra cosa sino la constatación de que el país, no obstante sus rascacielos y vida urbana, no ha salido ni terminado todavía en muchas regiones del territorio nacional de la conquista y tampoco de la colonia; como lo indica la explotación de la tierra y sus pobladores, que se hace en tal forma, que los han convertido en gran parte de un potencial natural primario, en otro secundario y precario. Fue este un proceso en el pasado que corre el riesgo de ser repetido en el presente, si se van a entregar los últimos bosques de las montañas y otras tierras no aptas para la colonización espontánea-primitiva, a las gentes no capaces de una explotación razonable, para que acabe con ellos y reduzcan aún más el potencial natural del país. El país no puede y no debe trabajar con método y criterio de centurias pasadas, en la segunda mitad del siglo XX. Sin embargo, y esto es una característica de Colombia y de toda la América Tropical, existen esos tiempos pasados como realidad palpitante. La colombianidad es una superestructura política, económica y en parte espiritual, sobre un conjunto de sociedades tan diferentes en espacio y tiempo, que hacen vivir al país, en la actualidad y con retroactividad, los problemas de los últimos 500 años.

### POBLACION Y POBLAMIENTO

La región geográfica del macizo de Sumapaz abarca entre 15.000 y 16.000 km.<sup>2</sup>, tal como fue descrita. En esta cifra están incluídas las extensas tierras altas y de vertiente sobre las llanuras orientales en el departamento del Meta, y hasta la depresión de Uribe en el departamento del Huila. Hacer limitar la actual región económicamente activa del Sumapaz en el oriente más o menos con la curva hipsométrica de 2.000 metros, y por consiguiente excluyendo las vertientes meridionales en los departamentos de Huila y Meta, es decir la inmensa mayoría del territorio desocupado y desconocido, todavía queda una extensión de aproximadamente 6.000 km.<sup>2</sup> como territorio ocupado por el hombre. De esta última superficie se deben excluir 2.400 km.<sup>2</sup> de páramo alto, por no ser utilizable como habitat humano, quedando unos 3.600 km.<sup>2</sup> habitados y aprovechados.

Considerando que prácticamente sólo la vertiente magdalenense del macizo de la región geográfica del Sumapaz (los municipios de Fosca y Gutiérrez en Cundinamarca, Colombia en el Huila y San Martín, Acacías, Guamal, Granada y San Juan de Arama (C.) en el departamento del Meta, y Dolores en el departamento del Tolima, pertenecen o tienen parte del territorio geográfico del Sumapaz, pero forman parte en la actualidad de otras regiones económicas o que sus tierras del Sumapaz son despobladas e inactivas), está poblada

y administrada estatalmente (excepto en el páramo). Los municipios ubicados en esta vertiente ocupan una superficie estimada entre 2.500 y 3.200 km.<sup>2</sup>, así que se llega a la conclusión de que la población no está equitativamente distribuida a través de la región, sino concentrada toda prácticamente en la vertiente occidental del macizo, que representa más o menos algo como la

mitad de la región económica actual, y dentro de este territorio ocupado todavía, los habitantes se concentran en pequeños focos con una muy alta densidad de población. Esta forma del poblamiento, resultado de un proceso histórico-cultural, provoca crisis de orden social, que en la actualidad culmina en el deseo de una reforma agraria, no obstante la abundancia de baldíos.

#### LA POBLACION EN LOS MUNICIPIOS DE LA VERTIENTE OCCIDENTAL DEL MACIZO DEL SUMAPAZ

Municipio	Censo 1938		Censo 1951		Estimativo 1962	Crecimiento	%
	cabecera	resto	cabecera	resto			
Fusagasugá	4.866	21.847	8.345	11.579	29.810	9.866	49.6
Arbeláez	1.056	7.228	1.281	7.957	10.160	922	9.9
Pasca	431	6.370	781	9.143	13.780	3.856	38.8
Pandi	473	10.323	799	14.086	13.010		
Ospina Pérez					6.210	4.335	29.0
San Bernardo	1.109	6.890	1.642	7.964	11.260	1.654	17.2
Silvania			716	9.779	11.750	1.255	11.9
Tibacuy	256	3.562	232	3.604	3.830	-6	-0.2
Nazareth (C)							
Icononzo	1.516	7.810	1.614	7.318	8.600	-332	-3.9
Villarrica			2.198	10.724	22.290	4.368	72.5
	9.707	64.030	17.608	82.154	130.700	30.938	32.2

La superficie ocupada según el Catastro Nacional es casi idéntica (2.373 km.<sup>2</sup>) a la superficie geográfica (2.942 km.<sup>2</sup>) de los municipios y relata densidades relativas de población realmente altas, si se considera el uso y la tenencia de las tierras acondicionadas a un bajo nivel cultural. La densidad para toda la región es de 55.1 habitantes por 1 km.<sup>2</sup>, pero con grandes variaciones en los diferentes municipios. Según el Censo Agropecuario de 1960, la superficie ocupada (no poblada) de estos municipios (1.433 km.<sup>2</sup>) apenas llega a algo más de la mitad de la superficie catastral, y por lo mismo sube la densidad de población por 1 km.<sup>2</sup> casi al doble del valor anterior, es decir a 91.2 habitantes por un kilómetro cuadrado de tierra ocupada. Aquí se debe tomar en cuenta que según el Catastro Nacional, el 36.4% de la superficie catastral está formada por predios de extensiones mayores a 100 habitantes, deficientemente utilizadas y preferencialmente dedicados a la ganadería extensiva, y por lo mismo con escasa población humana y muy poca necesidad de mano de obra.

Según el Censo Agropecuario de 1960, que comprueba las anteriores afirmaciones, el 48.2% de la superficie ocupada está cubierto de pastos, el 25.3% de montes y bosques, y solamente el 30.5%, o sean 438 km.<sup>2</sup> están dedicados a faenas agrícolas. En esta última superficie están ubicados (como lo han mostrado las encuestas que realizó el SIDA\* en algunos municipios del país) la inmensa mayoría de la población rural, ya que el 52.5% de todos los predios rurales son minifundios, que dedican casi la totalidad de su superficie a cultivos agrícolas mientras que en las grandes propiedades esta superficie de cultivos es cada vez más pequeña, a medida que aumenta el tamaño de la propiedad, y proporcionalmente con éste la superficie de pastos. Sobre la superficie

cultivada agrícola tenemos una densidad de 300 habitantes por 1 km.<sup>2</sup> de tierra cultivada.

Esta densidad de población, bajo el actual régimen económico, social y de instrucción es demasiado alta, y debe considerarse —aunque temporalmente— como superpoblado y con una fuerte presión biológica, que constituye una amenaza para las tierras inadecuadamente aprovechadas en las grandes propiedades, pero ninguna garantía de un mejor aprovechamiento de estas en caso de una parcelación.

Muestran los datos demográficos que hubo un aumento de la población entre los dos censos de 1938 y 1951 en 26.025 personas, o sea un aumento de 35.3%, mientras que para el período de 1951/62 se estima un aumento en 30.938 almas, que equivale al 32.2%, algo inferior al crecimiento del período anterior. La población es predominantemente rural. El censo de 1938 arrojó un 15.1% de la población como radicado en las cabeceras, de las cuales apenas Fusagasugá con 4.866 habitantes entonces, se pudo considerar como pequeño centro urbano, y de estos habitantes muchos dependían económicamente del campo. De manera que más del 95% de la población de la región era rural. El censo de 1951 registró como población ubicada en las cabeceras el 21.4%. Pero este aumento es aparente —excepto Fusagasugá que hasta la fecha ha más que duplicado la población del año de 1938 —ya que figuran dos nuevas cabeceras municipales que en el censo de 1938 estaban incluidas en la suma del "resto del municipio". Por el otro lado el fuerte crecimiento de Fusagasugá se debe en parte a la llegada de los refugiados provenientes de las zonas de violencia.

Ciertamente se observa un desarrollo económico y urbanístico de Fusagasugá, pero no lleva el ritmo deseado y que le corresponde como capital de la provincia de Sumapaz: —Aún hoy en día la población en un 90% es rural.

\* SIDA = Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola.

Falta ciertamente un crecimiento y desarrollo de las cabeceras municipales y de otros poblados indispensable para el desarrollo regional.

El crecimiento en los diferentes municipios es muy desigual. El aumento de un 49.6% de Fusagasugá se debe en primer lugar al crecimiento de la cabecera municipal. El poco aumento de Arbeláez indica emigración. El fuerte aumento de Pasca —38.8%— está relacionado con la conquista del páramo y los bosques de la tierra fría. Su histórica posición como avanzada hacia el páramo —muchos de sus habitantes tienen posesiones en él— ha producido este fenómeno. El crecimiento de la población de Pandi se debe de igual manera a la colonización espontánea de las tierras lejanas de la cabecera de este extenso municipio. San Bernardo sólo registra una lenta penetración en los bosques de tierra fría y en el páramo, al lado de un movimiento de emigración. En Silvania se observa una marcada tendencia de emigración por falta de tierras. Como sus habitantes no saben sino trabajar rudimentariamente la tierra, y no hay otros frentes de trabajo, tienen que emigrar. Los municipios de Tibacuy e Icononzo registran una rata negativa de su desarrollo demográfico como claro resultado de la violencia y falta de tierra. Villarrica con un aumento del 72.5% de la población, registra el crecimiento más fuerte de la región como resultado de una fuerte colonización espontánea en tierras templadas.

Si exceptuamos los municipios con colonización espontánea —Pandi, Pasca y Villarrica—, y Fusagasugá con un desarrollo como centro regional, todos los demás municipios registran una rata de crecimiento inferior a la nacional.

En el lapso de 23 años se han fundado 3 nuevos municipios por vía de segregación de partes de los territorios económicamente activos de los municipios existentes: —Sylvania de Fusagasugá; Ospina Pérez de Pandi, y Villarrica de Cunday e Icononzo. Pero no se ha creado un municipio nuevo por medio de ocupación de tierras nuevas en la parte oriental y selvática de la región. Movimiento migratorio interno —si exceptuamos el desplazamiento forzoso como medida de seguridad durante el período de la violencia, hacia el páramo— no ha existido en forma importante.

Se observa pues un crecimiento de la población sobre los mismos lugares ocupados, a la vez que se registra una fuerte disminución en el desarrollo espacial del poblamiento, no obstante una muy alta densidad de población en los focos de fuerte concentración, que adquieren características de ser superpoblados. Existe en muchas partes una presión biológica, pero no suficiente fuerza biológica y cultural para una colonización espontánea en tierras nuevas en la vertiente oriental del macizo. Aún en la misma vertiente magdalenense del macizo el avance del límite cultural sobre el bosque andino y páramo bajo, se realiza muy lentamente. Demasiado lento si se consideran los datos sobre la tenencia en la región\*.

\* Se interpreta el desarrollo demográfico en el sentido dialéctico de Hegel, porque todo el desarrollo histórico está dominado por un proceso continuo de contratiempos que se crean y luego se disuelven, lo que según la tridimensionalidad de Hegel de la tesis, antítesis y síntesis crea nuevas formas y situaciones, una cadena de etapas que se deben vivir pero no se pueden saltar. Entre el azadón, el arado de chuzo y el tractor está el arado reversible de hierro. Sólo así se puede llegar a una verdadera revolución agraria, siu la cual no es posible una revolución industrial; queda estancada en una "pereza industrial",

## El poblamiento del páramo bajo

Las principales vías de penetración hacia el páramo son por Usme, al sur de Bogotá, desde Pasca y en el municipio de Pandi en su corregimiento de Cabrera (en vía de convertirse en municipio), desde el sitio La Playa, centro regional-local, y que hoy alberga un puesto militar. Entre los vecinos de este pequeño centro, ya en

se va a presentar un "franco retroceso" como consecuencia de una demasiada industrialización antes de tiempo.

En su planteamiento empírico sobre la problemática de la densidad de población, que trata de explicar con su ley demodinámica de alternación establece un orden según el cual en la zona I por ejemplo con una densidad de población de 0-10 habitantes por 1 km.<sup>2</sup>, produce como índice del desarrollo un sub-poblamiento. En la zona II, con 10 a 30 habitantes por 1 km.<sup>2</sup> produce un super-poblamiento; y en las zonas VII y VIII con 190 a 260 habitantes y más de 260 habitantes por 1 km.<sup>2</sup> produce de igual manera como fenómeno un sub- y un super-poblamiento respectivamente. Esta afirmación, que a primera vista parece por lo menos extraña, obedece al hecho de que en la escala ascendente de la densidad de población, la fuerza de producción y la necesidad del consumo, que además nunca llegan a coincidir, pueden tomar caminos de desarrollo opuestos.

Si la densidad de población de una región es alta o baja, sólo se puede evaluar sobre las condiciones naturales, y sobre todo culturales de los habitantes de la misma, conociendo su capacidad resistencial, en relación con la densidad máxima posible de población.

Otros investigadores, entre ellos (Wagemann)\*, no dan una vital importancia al problema de la densidad de la población. Para él no existe ni un espacio vital real ni virtual, ni una diferenciación entre superficie cultural y tierra no utilizable; para él el espacio del cual se trata es considerado como una constante infinita en el tiempo. Es más, según este autor, la densidad cualquiera de población tiene entre todos los pueblos y en todos los tiempos una igual importancia, y las excepciones sólo confirman esta regla. Según la ley de la demodinámica de alteración de Wagemann existen densidades críticas en el desarrollo, que son las de 10, 45 y 130 habitantes por un kilómetro cuadrado, agregando además un grado de densidad por encima de 200 habitantes, "ignorando corrientemente las condiciones naturales del país o región". No obstante que la distribución real de la población de una región o país depende hasta cierto grado de las condiciones geográficas-físicas, sin embargo no se puede de "ninguna manera" determinar la capacidad demográfica de un país, basándose en las cifras del espacio cultivable. La ley demodinámica está basada en la alternación progresiva, que indica que causa y consecuencia no siempre son equivalentes. Desarrollo progresivo, aumento de intensidad, creciente influencia, relaciones cada vez más estrechas, en fin valores en aumento, no tienen como se cree frecuentemente de igual manera una influencia creciente, sino que es variable, en cierto orden, y produce frecuentemente resultados opuestos a los esperados.

\* Wagemann, E., *Menschenzahl und Voelkerschicksal*. Hamburg, 1948.

Wagemann, E., *Das Alternationsgesetz wachsender Revölkerungsdichte*. In: *Virtelj*.

*Wirtschaftsforsch.* N. F. 16, 1941/42.

En las economías regionales de subsistencia y autarquía en gran parte, la interrelación hombre-espacio es mucho más intensa y la densidad de población y capacidad resistencial del suelo son de una vital importancia. Tal como se estableció un ciclo demográfico de cinco fases de desarrollo, debería establecerse uno del desarrollo de la densidad de población y su dependencia de la capacidad resistencial del suelo, de acuerdo con factores geográficos, económicos y culturales.

Hace algún tiempo el Presidente Prasad de la India, criticó en una carta a Nehru unas medidas económicas. Esta carta llamó la atención al mundo entero, porque pone a la vista de todos el conflicto de principios, el contraste de los métodos que son guía para pensar y obrar en economía, sociedad, cultura y Estado, tanto en teoría como en la práctica. La carta dice lo siguiente\*:

"Si es el objeto del gobierno de librar a la India de la importación de alimentos (cereales), dice el Presidente Prasad, entonces debería aplazarse la reforma agraria y la realización del "Socialist Pattern of Society" hasta nueva orden.

También duda él, si eran acertadas las medidas del gobierno, bajo las actuales circunstancias, de participar en el comercio de cereales (State Trading Corporation), y de propagar el trabajo colectivo de la tierra. Luego expresa sus dudas respecto de los proyectos de una industria pesada, llamando la atención en la creciente desocupación, que se hubiera podido evitar en el campo y en las ciudades por medio de empresas pequeñas".

\* Tomada de "ORDO", *Jahrbuch für Ordnung von Wirtschaft und Gesellschaft*, Tomo XII, München, 1961.

Precisamente en la India se quería absorber el excedente de la población por medio de la industrialización. Pero la realidad es ésta: que después de 30 años de un fuerte proteccionismo industrial, el número total de los ocupados en la industria es inferior al aumento anual de la población.

el páramo bajo, realizó la Brigada de Institutos Militares una campaña cívico-militar en el mes de octubre de 1962. Durante esta campaña se efectuaron algunas encuestas, que relatan las siguientes particularidades de la población:

a) El poblamiento es disperso —cada casa representa una empresa independiente y autárquica— un mundo aparte.

b) Hacia las casas llevan unas sendas. Los caminos son escasos y en mal estado.

c) De las 58 casas encuestadas se supo que 50 jefes de familia vinieron hacia el páramo en búsqueda de refugio contra la violencia, a partir del año de 1948.

d) Las 50 familias de inmigrantes, todas vinieron —excepto una que vino de Fusagasugá— de la tierra fría, de regiones aledañas al páramo de Sumapaz.

e) Una sola familia cambió su domicilio anterior por el Sumapaz, por el motivo de la pobreza buscando nuevas tierras para trabajar. Otra familia se trasladó por el robo de ganado en su antiguo lugar de residencia, y 6 familias dejaron de contestar la pregunta sobre: de dónde y por qué vinieron al páramo de Sumapaz.

f) De los 58 jefes de hogar, 22 son mujeres, y 8 viudas por culpa de la violencia. En los otros casos el hombre trabaja fuera de la casa.

Una mujer de 25 años —soltera— vive sola y tiene dos niños. No sabe ella ni leer ni escribir. En total, de las 22 mujeres, jefes de hogar, 14 no saben leer ni escribir.

g) Del total de 58 encuestados hay:

<i>Alfabetas</i>	<i>Analfabetas</i>	<i>No informan</i>
20	22	16

h) En las 58 casas habitan un total de 345 personas, que disponen de 99 camas. Para tener un reflejo real de la situación se debe leer en vez de casas de habitación = rancho de tierra pisada sin ventana, y en vez de cama una especie de estante de diferentes dimensiones para dar espacio al mayor número de personas.

i) De las 58 personas interrogadas 49 jamás habían recibido servicios asistenciales u otra forma de atención y protección estatal. Ellos más que colonizadores son refugiados políticos que se han convertido en un proletariado rural políticamente muy activo.

No cabe duda, pues, de que la forma del poblamiento, su intensidad y las actividades económicas podrían modificarse totalmente, con una población previamente capacitada, intelectual y espiritualmente. Si a esto se agrega las posibilidades que ofrecen las tierras de las vertientes orientales del macizo de Sumapaz, cubiertas de selvas y despobladas, las perspectivas del desarrollo regional son grandes.

#### *Poblaciones rurales y centros urbanos*

Una de las condiciones más importantes para el desarrollo regional y local, es la formación y desarrollo de epicentros. Pero en toda la región geográfica-económica del Sumapaz, con una población mayor de 130.000 habitantes, existe únicamente un solo pequeño centro urbano —Fusagasugá— mientras que los demás poblados no alcanzan a ser centros urbanos, tal como lo indica el cuadro siguiente y además se caracterizan por un entancamiento en todas sus formas de vida.

#### CENTROS POBLADOS EN LA REGION DE SUMAPAZ SEGUN EL VOLUMEN DE SU POBLACION

<i>Municipio</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Fusagasugá	I				I					
Arbeláez		I								
Pasca		I								
Pandi	I	I								
Ospina Pérez	I									
San Bernardo	(I)	I								
Silvania		I								
Tibacuy	II									
Nazareth	I									
Icononzo	III	I								
Villarrica	III		I							

*Poblaciones:* I: hasta 500 habitantes; II: 501-2.000 habitantes; III: 2.001-5.000 habitantes; IV 5.001-10.000 habitantes; V: 10.001-15.000 habitantes; VI: 15.001-25.000 habitantes; VII: 25.001-50.000 habitantes; VIII: 50.001-100.000 habitantes; IX: 100.001-250.000 habitantes; X: más de 250.000 habitantes.

La conquista de las tierras nuevas y despobladas de la vertiente oriental del macizo de Sumapaz no se efectúa por falta de vías, pero ante todo por falta de epicentros focales de apoyo. Los centros existentes en la vertiente alta occidental carecen de funciones como tales, y deben

incrementarse fuertemente. Aquí es donde las instituciones como "Incora", Acción Comunal, Facultades de Agronomía, Sociología y Economía, encuentran centros de acción permanentes.

# ADICIONES A LAS AVES DE LA COMISARIA DEL VAUPES (COLOMBIA), I

ANTONIO OLIVARES, O. F. M.

Profesor del Instituto de Ciencias Naturales  
de la Universidad Nacional de Colombia.

A los registros de especies aviarias de la Comisaría del Vaupés\* (cf. Olivares, 1955 y Olivares y Hernández 1962) con un total de 135 especies, se agregan en esta publicación 84 especies y subespecies, de las cuales solamente habían sido registradas de esta región 11 en su gran mayoría por una o dos capturas.

El material fue coleccionado por el R. P. Alfonso Gil Y., M.X.Y. en Mitú y San José del Guaviare, de mayo a diciembre de 1961. Además, unos pocos ejemplares, como se indica en el texto, fueron capturados por el autor.

Para información sobre Mitú consúltense los dos trabajos anteriormente citados. El corregimiento de San José del Guaviare está situado hacia el extremo noroeste de la Comisaría del Vaupés, y separado de la región sur del Departamento del Meta por el río Guaviare; el área de su pequeño caserío está ubicada a unos 200 metros del caudal de dicho río y sobre un banco de la margen derecha, a 2° 34' 50" de latitud norte y a 72° 38' 30" de longitud occidental de Greenwich. Dista de Bogotá 270 kilómetros en línea recta y de Mitú, 330. Altura 210 m.; temperatura media 29°C, extremas, 33°-23°; humedad 80%; lluvia 2.500 cm<sup>3</sup>; viento dominante norte vel. p. s. 9 metros. En los alrededores del caserío se ha talado la selva en un área de unos 5 km<sup>2</sup> lo que se ha convertido en campo de aterrizaje, potreros, pequeños cultivos de arroz, maíz, yuca y plátano. La selva circunvecina es densa y alta, a la margen opuesta del río se divisan zonas de selva y sabanas en parte cultivadas. Fuera de la industria agrícola los habitantes se dedican a la pesca y cultivo de cerdos cuyos productos los transportan por avión principalmente a Villavicencio.

De cada una de las especies aquí anotadas se dan los registros anteriores en la región cisandina colombiana Orinoquia y Amazonia (véase mapa adjunto) que corresponde a una parte del Departamento de Boyacá, al del Meta, a las Intendencias de Arauca y Caquetá y a las Comisarías del Vichada, Guainía, Vaupés, Putumayo y Amazonas cuyas localidades precisas se anotan en el texto e información acerca de ellas puede verse en De Schauensee, 1948 y 1952. Dichos registros han sido tomados de De Schauensee (1948, 1949, 1950, 1951 y 1952), Dugand (1952), Borrero (1955), Blake (1961 y 1962) y Olivares (1962). A manera de cotejo geográfico se tuvieron en cuenta con los registros de las especies aquí anotadas los publicados de las mismas en el Brasil (Pinto, 1938 y 1944); en Venezuela (Phelps y Phelps, Jr. 1950 y 1958 y Friedmann, 1948).

Para la investigación llevada a cabo por el autor en la avifauna del oriente colombiano fue interesante el pre-

sente estudio de San José del Guaviare (Vaupés), localidad vecina a la región sur de la Serranía de La Macarena de cuyas aves ya se tiene algún conocimiento (Olivares, 1962). Esta última región se cita en el texto como "La Macarena sur" para distinguirla de las localidades dadas por Blake (1962) "La Macarena norte".

Se registran por primera vez en la avifauna colombiana a *Seleneidera nattereri* y *Sublegatus modestus brevirostris* (migratorio del hemisferio austral); se confirma la existencia de *Galbula dea brunneiceps*. Se anota por primera vez en la región cisandina colombiana la presencia de *Anas discors* y *Vireo flavifrons*.

## COCHLEARIIDAE

### *Cochlearius cochlearius cochlearius* (Linneo)

Mitú: 1.

No se encuentra ninguna diferencia entre este espécimen y una buena serie del Departamento del Atlántico, lo cual prueba que la subespecie *panamensis* Griscon, 1926, si se encuentra en Colombia es tan sólo en la propia vecindad con Panamá de donde hay un registro en la costa oriental del golfo de Urabá, Acandí (cf. De Schauensee, 1952: 1145); tampoco se descarta la posibilidad de que este espécimen haya venido a costas colombianas en una corta migración.

De la presencia de *Cochlearius* en la Comisaría del Vaupés, en cuanto fue posible averiguar, sólo se tenía noticia de ella por una publicación de Dugand (1952: 10) donde la incluye entre "Aves reconocidas solamente de vista". De la región cisandina colombiana, se había registrado en Acacias, río Ariari y La Macarena sur. En Tres Esquinas se le ha observado, pero no existen capturas para la ciencia, lo mismo que en el río Casanare cerca a Rondón.

## THRESKIORNITHIDAE

### *Phimosus infuscatus berlepschi* Hellmery

Mitú: 1 ♂, T. P.

Difiere de especímenes de diversas localidades colombianas por no tener como éstos plumas alargadas en el occipucio, parte posterior y superior del cuello; además, en estas regiones como en lo restante de la cabeza y cuello no presenta el negro verdoso violáceo iridiscente y la coloración del cuerpo en general es más clara, menos brillante, quizás porque el plumaje está desgastado; el ala es un poco más grande (285 mm.).

La localidad más cercana al Vaupés donde se había coleccionado este ibis es La Macarena sur (cf. Olivares, 1962: 314).

Debe ser muy raro en la región de Mitú debido a la ausencia de praderas, pero probablemente se aumentará su número a causa del incremento que están tomando los potreros.

Registrada en Villavicencio, río Ocoa, Quenane, Apiay.

\* Por ley 18 de 1963 (junio 13) se creó la Comisaría Especial del Guainía, por segregación territorial de la Comisaría Especial del Vaupés. No obstante, las localidades de las aves tratadas en esta publicación quedan dentro del territorio de la nueva Comisaría Especial del Vaupés; ver mapa adjunto. (Diario Oficial número 31135 del 19 de julio, 1963).

## ANATIDAE

### *Anas discors* subsp.

Mitú: 1.

Este ejemplar constituye el primer registro de la especie en la región cisandina colombiana.

Está en el plumaje del otoño y fresco. Capturado en diciembre.

## ACCIPITRIDAE

### *Hypomorphnus urubitinga urubitinga* (Gmelin)

Mitú: 1. Caño Cuduyarí: 1.

Registrada en Puerto López, Macarena sur, Leticia y Loretoyacu.

## PHASIANIDAE

### *Colinus cristatus sonnini* (Temminck)

San José del Guaviare: 1.

Por coloración es una hembra y concuerda con series de este sexo de los Llanos del Meta, que limitan con la localidad del presente ejemplar. Blake (1962: 76-77) dice: "Nevertheless there is evidence that birds from the east Colombian lowland vary individually in the manner of *sonini*, as reported by Todd (1920, p. 197-200)", y registra de esta subespecie 5 machos y 6 hembras de Los Micos (La Macarena norte).

A la zona inmediata al Piedemonte Andino, se le ha asignado la *parvicristatus* con registros en varias localidades.

## RALLIDAE

### *Porphyryla martinica* (Linneo)

Mitú: 2.

Registrada en Villavicencio, Florencia, Morelia, Belén y Loretoyacu.

## HELIORNITHIDAE

### *Heliornis fulica* (Boddaert)

Mitú: 2.

Registrada en Villavicencio y en el río Apaporis (Vaupés).

Es una especie más bien rara en Colombia.

## CHARADRIIDAE

### *Belonopterus cayennensis cayennensis* (Gmelin)

San José del Guaviare: 1.

Olivares (1962: 319) da relación de 3 ejemplares coleccionados en La Macarena sur. Hay también registros de la laguna de Falote y de San Martín.

### *Charadrius collaris* Vieillot

San José del Guaviare: 1.

En La Macarena sur Olivares (1962: 320) coleccionó varios ejemplares en ambos sexos y distintas edades. Registrada también en el río Guatiquía, Villavicencio, Morelia y Tres Esquinas.

## SCOLOPACIDAE

### *Capella undulata undula* (Boddaert)

Mitú: 1 ♀.

Ala, 164.5; cola, 58; pico, 107; tarso, 47 mm. Es un ejemplar de ala grande, pues está su longitud cerca al máximo (165) dado por los autores para esta subespe-

cie. Comparado con un ejemplar del río Manacacías, Meta (único registro que existía del oriente y tal vez de todo el país) se nota que el del Vaupés tiende a presentar el barreteado de las regiones inferiores más ancho que el del Meta, aproximándose en este detalle a la subespecie *gigantea* (Temminck) del Brasil.

## LARIDAE

### *Phoetusa simplex simplex* (Gmelin)

San José del Guaviare: 1.

Registrada en Villavicencio, Puerto López, Pachaquiario, Tres Esquinas, Mocagua, Loretoyacu y Leticia.

## RYNCHOPIDAE

### *Rynchops nigra cinerascens* Spix

Río Vaupés: 1.

Por dimensiones debe ser un macho: ala, 433; cola, 136; culmen 87; tarso, 36 mm. Es un ejemplar bastante grande, pues sus dimensiones entran mejor por *intercedens* Saunder, pero por coloración es *cinerascens* si se tiene en cuenta, en primer lugar, que las coberteras infra-ales son completamente grises; la cola es muy oscura y apenas lleva un borde longitudinal blanco muy angosto en el vexilo externo de las rectrices exteriores; los bordes de las rémiges secundarias no presentan sino vestigios de blanquecino.

Registrada en Apiay, laguna de Falote, Puerto López, La Macarena sur y un "sight record" de Tres Esquinas.

## COLUMBIDAE

### *Columba speciosa* Gmelin

Mitú: 1. San José del Guaviare: 1.

El espécimen de San José del Guaviare es en un todo idéntico a ejemplares de La Macarena sur y de otras localidades incluyendo la región trasandina colombiana. El del Mitú es diferente a todos los ejemplares de las colecciones estudiadas por presentar la mancha blanca subapical de las plumas del cuello bastante reducidas, lo mismo que la banda de castaño que le sirve de base al blanco; el borde apical de dichas plumas es de un violáceo muy brillante; el saraviado del pecho es más claro que el del material de comparación. Eventualmente pudiera tratarse de una subespecie nueva en el extremo oriente colombiano.

Registrada en Villavicencio, La Macarena sur y norte y Maipures; además, existe un "sight record" de Tres Esquinas.

### *Columba cayennensis cayennensis* Bonnaterre

San José del Guaviare: 1.

El autor (Olivares, 1962: 321) encontró esta especie en La Macarena sur en gran abundancia tanto en selva densa como en sitios áridos.

Registrada en 14 localidades de la región cisandina colombiana: de norte a sur, de Villavicencio a Leticia y al oriente hasta San Felipe.

## PSITTACIDAE

### *Ara severa castaneifrons* Lafresnaye

San José del Guaviare: 3.

Registrada en los ríos Meta y Ocoa; además de Apiay, Morelia, Tres Esquinas y Mocagua.

### *Ara manilata* (Boddaert)

San José del Guaviare: 1.

Se diferencia de 3 ejemplares del Meta por tener el pecho manchado de antecino ferruginoso en lugar de lilacéneo y el parche abdominal es de rojo claro más encendido.

Registrada en Apiay, Quenane, río Ocoa, Turimena y Umbría.

### *Aratinga pertinax lehmanni* Dugand

San José del Guaviare: 1.

Pudiera tratarse de *venezuelae*, Zimmer y Phelps, 1941, que se ha coleccionado en Maipures (extremo oriental colombiano, parte alta del río Orinoco) de la cual es muy difícil distinguirla.

Se adscribe a *lehmanni* por la cercanía de su localidad típica, Caño Quenane (Llanos del Meta) con San José del Guaviare.

Registrada en Villavicencio, río Ocoa, Caño Suría y Maipures.

### *Amazona ochrocephala ochrocephala* (Gmelin)

San José del Guaviare: 1.

Lleva la frente levemente teñida de azuloso pero no en tal grado que pueda colocarse en *nattereri* (Finsch). El amarillo de la cabeza está muy poco extendido, probablemente es un ejemplar joven.

Registrada en Palmar, Barrigón, Villavicencio, La Macarena norte y sur y Tres Esquinas.

### *Amazona farinosa inornata* (Salvadori)

San José del Guaviare: 1.

Entra por dimensiones en la subespecie *inornata*, ala, 250; cola, 139 mm.

Registrada en Apiay, río Ocoa, río Guatiquía, Barrigón y La Macarena norte (Los Micos).

## STRIGIDAE

### *Otus choliba crucigerus* (Spix)

San José del Guaviare: 1.

En La Macarena sur a unos 150 kilómetros al occidente de San José del Guaviare, se le oía cantar pero no se le capturó y así Olivares (1962: 305-323) dijo: "... el 31 de enero (1959) a las 3 a. m. cantó cerca a uno de los campamentos un buho: *currucutúcutú*; probablemente *Otus coliba cincigerus*".

Registrada en Villavicencio, Peralonso, La Macarena norte (Los Micos).

## CAPRIMULGIDAE

### *Caprimulgus maculicaudus* (Laurence)

San José del Guaviare: 1.

Registrada en Macacuní, límites con Venezuela y a 4 kms. del punto donde se encuentran los límites de Colombia, Venezuela y Brasil. Borrero (1960: 497) trae, con motivo de recientes capturas, una buena relación de la especie en Colombia, pues hasta hace unos pocos años se tenía como rara en este país. Recientemente fue coleccionada en La Macarena sur, en cuanto se refiere a la región cisandina colombiana, y en el ICN hay un ejemplar no registrado en la literatura, de los alrededores de San Carlos de Guaroa (Meta).

## TROCHILIDAE

### *Phaetornis ruber nigricinctus* Lawrence

Mitú: 1 ♀. Agosto 15, 1960. Coleccionado por A. Olivares.

De Schauensee al examinar este ejemplar dijo (*in lit.*): "The very short wing shows this bird to belong to the above species". Ala, 31; cola, 28; culmen expuesto, 21 mm. Está en plumaje fresco. Iris negruzco, pico: maxila negra, mandíbula amarillenta con la punta negra; patas, rosado carne, uñas negras. Contenido estomacal, néctar.

Bastante escasa en colecciones hechas en Colombia. Registrada en Morelia.

### *Campylopterus largipennis largipennis* (Boddaert)

Mitú: 2.

Registrada en San Felipe; es lo único que existía de la subespecie en Colombia.

### *Florisuga mellivora* (Linneo)

San José del Guaviare: 1. Mitú: 3.

Un ejemplar de Mitú es hembra por coloración, los tres restantes, machos. Comparados con material de la región de la costa atlántica y otros del centro del país, no se notó ninguna diferencia. De la región cisandina colombiana tan sólo se tenía idea de la especie por dos o tres registros del Meta y por una piel que adornaba una vestimenta indígena en el río Igará-paraná, afluente del río Putumayo.

### *Leucippus thesiae leucorhous* (Sclater y Salvin)

Mitú: 2 ♀ Agosto 11 y 15, 1960 respectivamente. Coleccionados por A. Olivares.

Sobre estos ejemplares De Schauensee, quien los examinó, dijo (*in lit.*): "The only person to mention the white at the base of the tail is Zimmer!". (Cf. Zimmer (1950: 2-3)).

Es característico el llevar blanco en la base de las rectrices como también en el borde apical de las mismas sobre todo el de las más exteriores.

Tan sólo se tenía noticia de este colibrí en Colombia por un registro en el río Guainía.

## ALCEDINIDAE

### *Chloroceryle aenea aenea* (Pallas)

Mitú: 1.

Registrada en Villavicencio, y hay un "sight record" cerca de Leticia.

## GALBULIDAE

### *Galbula dea brunneiceps* (Todd)

Caño Cuyudará: 2.

Ambos ejemplares deben ser hembras porque según Todd (1943: 7) para especímenes de este sexo anota como dimensiones de cola, 130 a 151 (137.4) y para los machos 140 a 160 (146.7 mm.); pico (desde el rictus) hembras, 56-63 (60.1); machos, 63-70 (66.6). Los ejemplares del Vaupés, cola 133-130; pico desde el rictus, 52-58 mm.

Ala en el material del Vaupés, 88-89 mm.

Ambos están en plumaje fresco, pero uno tiene la punta de la cola, un poco desgastada.

Se tenía noticia de esta especie en Colombia por dos ejemplares sin cabeza que se encontraron adornando la vestimenta de un Indio Miraña en el río Caquetá, al occidente de La Pedrera. Capturaría el nativo Miraña los especímenes en esa región de Colombia o los adquiriría en una u otra manera del Brasil? En todo caso por los dos especímenes aquí anotados del Mitú, se sabe con seguridad que la especie *dea* habita en Colombia y en la subespecie *brunneiceps*, según su área de distribución dada por su autor (*loc. cit. supra*: "North bank of the Amazon, from the río Negro west to Perú...") que comprende la región de Mitú.

## BUCCONIDAE

### *Bucco macrodactylus* (Spix)

Mitú: 1.

Registrada en San Felipe (Guainía), Villavicencio, Buenavista, Morelia, Umbría, Maipures y Loretoyacu.

### *Bucco tamatia tamatia* Gmelin

Caño Cuduyarí: 1.

Registrada en Maipures.

### *Malacoptila fusca fusca* (Gmelin)

San José del Guaviare: 3.

Registrada en Macacuní (Guainía). Últimamente fue obtenida en La Macarena norte en el río Guapaya.

### *Monassa nigrifrons nigrifrons* (Spix)

San José del Guaviare: 1.

Es un ejemplar joven por tener la cabeza de color negro grisáceo y la frente, garganta y pecho teñidos de ocráceo.

Registrada en el caño Cuduyarí (Vaupés).

### *Chelidoptera tenebrosa tenebrosa* (Pallas)

San José del Guaviare: 1.

En La Macarena sur el autor coleccionó 5 hembras (*cf.* Olivares, 1962: 328). Registrada también en Villavicencio, Quenane, Maipures, Morelia y Tres Esquinas.

## RAMPHASTIDAE

### *Pteroglossus pluricinctus* Gould

San José del Guaviare: 1. Caño Cuduyarí: 1.

Registrada de Villavicencio, Acacias, río Guayuriba, Chafurray, Florencia, Morelia y Mocoa.

### *Pteroglossus flavirostris flavirostris* Fraser

San José del Guaviare: 1.

Registrada en Villavicencio, río Ocoa, Morelia, Florencia, Tres Esquinas y Leticia.

### *Seleneidera nattereri* (Gould)

*Pteroglossus nattereri* Gould, Proc. Zool. Soc. London, pt. 3, 1835 (1836), p. 157 (Brasil).

Mitú: 1.

Primer registro de esta especie en Colombia. De Schauensee (1949: 624) dice que había sido registrada en Yavaraté (Brasil) río Vaupés distante unos pocos centenares de yardas del territorio colombiano, en la desembocadura del río Papurí en el río Vaupés.

## PICIDAE

### *Celeus grammicus grammicus* (Malherbe)

Mitú: 1.

Por coloración es un macho; además es joven por no tener en el rojo ocráceo de la cabeza y cresta pintas negras.

Registrada en Macacuní y San Felipe. En el Meta y Caquetá existe la subespecie *verreauxii* (Malherbe), registrada en el río Guapaya y Morelia.

### *Dryocopus lineatus lineatus* (Linneo)

Caño Cuduyarí: 1.

Registrada en Mitú y Yuruparí (Vaupés), Villavicencio, Yurimena y Morelia.

### *Picumnus pumilus* Cabanis y Heine

San José del Guaviare: 1, Mitú: 1.

En Colombia tan sólo se había registrado en Maipures.

## DENDROCOLAPTIDAE

### *Glyphorhynchus spirurus rufigularis* Zimmer

Mitú: 1.

De la descripción del tipo (un macho del Monte Duida en Venezuela, Zimmer (1934: 34)) el ejemplar de Mitú difiere, así como uno de Villavicencio, por no tener los "Lores whitish with narrow dusky tips", lo único que sí se observa es el que las rayas astilares pálidas en esta región son tan conspicuas como en la frente.

Registrada en el río Vaupés enfrente a Tauapunto, en Los Micos y Pico Rengifo (La Macarena norte).

## FURNARIIDAE

### *Sinallaxis rutilans caquetensis* Chapman

Mitú: 2.

Auncuando De Schauensee (1950: 673) da como distribución de esta subespecie el extremo oriente de Colombia, los 2 especímenes del Vaupés concuerdan exactamente con lo dicho por Chapman (1917: 406) principalmente por tener las áreas rufas muy oscuras "mahogany-red rather than cinnamon-rufus"; los flancos y la región abdominal "olive-fuscus with a slight tint of the color of the breast rather than buffy brown".

Registrada en el río Guapaya (La Macarena norte), Florencia y Morelia.

### *Ancistrops strigilatus strigilatus* (Spix)

San José del Guaviare: 1.

2 machos de Tres Esquinas (Caquetá) tienen estas dimensiones: ala, 89-100; cola, 79-78; 2 hembras de la misma localidad: ala, 89-92; cola, 69-73. El espécimen del Vaupés, ala, 88; cola, 73 mm., de tal manera que coincide mejor con las hembras, luego por su tamaño pudiera ser un ejemplar de este último sexo. En cuanto a coloración no se encuentra la menor diferencia con los especímenes tanto machos como hembras del Caquetá.

Registrada en La Macarena norte, Morelia y Tres Esquinas.

FORMICARIIDAE

*Tamnophilus schistaceus capitalis* Sclater

Mitú: 1 ♀. Octubre 7, 1960.

Por tener esta hembra las regiones inferiores teñidas de ocráceo brillante y las axilares de antecino ocráceo se acerca a *heterogynus* (Hellmayr), del noroeste del Brasil. Por lo demás concuerda con la descripción de la hembra dada por Sclater (1890: 224) quien anotó este Formicárido como *Dysithamnus schistaceus*; lo único en lo cual se difiere la hembra del Vaupés es en llevar la cara de un oliváceo ferrugíneo teñido levemente de grisáceo.

Ala, 64; cola, 51.5; culmen expuesto, 17; tarso, 19.6 mm.

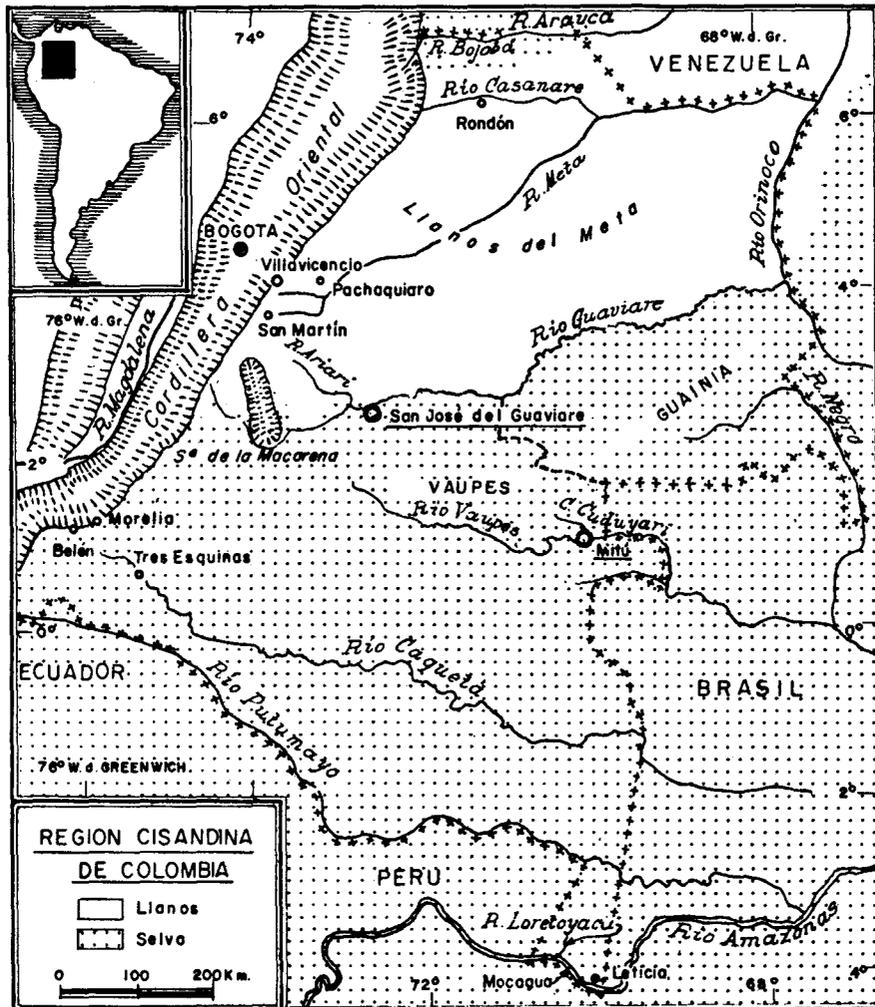
Las localidades más cercanas al Vaupés de donde hay registros son Los Micos y río Guapaya (Macarena sur) de donde Blake (1962: 93) anota 4 machos y 2 hembras.

Registrada, además, en el río Dudita (La Macarena norte), Florencia, Morelia, Umbría, Cuembí y Loretoyacu.

*Thamnophilus amazonicus cinereiceps* Pelzeln

San José del Guaviare: 1.

Registrada en el río Vaupés enfrente a Tauapunto, Maipures y Matabén.



*Cercomacra tyrannina tyrannina* (Sclater)

Mitú: 2. Mitú: 1 ♂. Agosto 20, 1960, coleccionado por A. Olivares.

Las dos hembras no aclaran nada en la determinación subespecífica, pues según Todd (1927: 161) las hembras de las dos subespecies que habitan en Colombia son indistinguibles.

Olivares (1962: 331) anota en *vicina* 3 machos y una hembra de La Macarena sur; los machos están en un todo de acuerdo con la descripción original de Todd (*loc. cit. supra*) por ser más claros en sus regiones inferiores que ejemplares de *tyrannina* (Sclater); llevar los flancos teñidos de oliváceo morenusco claro y tener externamente las alas y cola de un oliváceo morenusco. Estos son los especímenes coleccionados de *vicina* más hacia el sureste de Colombia; ahora, que *vicina* se ex-

tienda hasta el extremo oriente del país (Vaupés) lo niega el presente macho, que carece de las características anotadas para los machos de La Macarena sur y coincide en dichos detalles con ejemplares del mismo sexo de *tyrannina*, aunque sí hay que advertir que lleva un muy leve tinte oliváceo en los flancos, pero no en alas y cola.

La especie *tyrannina* presenta un punto de interés ornitogeográfico en la región cisandina colombiana. Se necesitan buenas series de diversas localidades para conocer mejor las áreas correspondientes a las subespecies y las localidades de intergradación.

*Tyrannina* ha sido registrada en Villavicencio, río Dudita, Los Micos, río Guapaya y Macacuní. *Vicina* en Palmar, río Cubugón y El Porvenir en Boyacá; río Cobaría, La Ceiba, río Bojabá en Arauca.

San José del Guaviare: 1.

Hembra por coloración. Es intergradante entre *metae* y *atrothorax* pues la garganta no es completamente blanca sino que lleva el blanco hacia la región inferior de aquélla, teñido de rufo. En dimensión del ala (57 mm.) está más de acuerdo con *atrothorax*, según De Schauensee (1947: 5); además, la región dorsal es bastante teñida de oliváceo.

La subespecie *metae* se ha registrado tan sólo en los Llanos del Meta, cerca a la base de los Andes Orientales. *A. atrothorax* (Boddaert) Phelps y Phelps, jr. la citan de Venezuela, San Carlos (río Negro) límite con Colombia en el Vaupés.

#### *Hylophylax poecilnota duidae* Chapman

Mitú: 2.

De la descripción original Chapman (1923: 7): "Female... the crown and nape amber-brown; the forehead and side of the head briter rufus", se trata de apartar uno de estos ejemplares, que es hembra, por llevar la frente entre "amber-brown" y rufo casi del mismo color de la conilla y nuca; los lados de la cara sí son de un rufo brillante.

Registrada en el río Guainía, Macacuní y La Macarena norte y sur (cf. Olivares, 1962: 332).

### COTINGIDAE

#### *Iodopleura isabellae isabellae* Parzudaki

San José del Guaviare: 2.

De la descripción de la especie dada por Sharpe (1888: 393): "lower belly white", difieren estos ejemplares por tener la parte baja del abdomen y los lados de éste blancos barreteados de negro, pero sobre esta característica puede verse a Todd (1950: 6) quien al describir una nueva raza (*paraensis*) aclara el punto y dice que un par de especímenes del río Vaupés, Colombia coleccionados enfrente a Tauapunto, Brasil, puede presumirse que correctamente representen a *isabellae*.

Uno de los especímenes debe ser una hembra por no llevar plumas alargadas y de color azul violáceo a cada lado del pecho, las cuales en el macho van a cubrir la parte alta del abdomen y flancos.

En el rótulo de uno de los ejemplares se lee: "Iris café".

Registrada también en San Felipe y Macacuní (Guainía), Barrigón y Villavicencio.

#### *Tityra cayana* subsp.

Mitú: 1.

Es una hembra y por esto no fue posible determinar con precisión a qué subespecie pertenece; también puede ser un intergradante entre *cayana* (Linneo) y *candida* de De Schauensee; cuyas áreas de distribución están ambas en el extremo oriente colombiano; la primera al norte y la segunda al sur.

La subespecie *cayana* ha sido registrada en Maipures; *candida* en Palmar, río Cobaría, La Ceiba (Arauca); Fátima (Boyacá); Villavicencio, Caño Suría, Apiay, San Martín, La Macarena sur y norte, Florencia, Morelia, Tres Esquinas, Cuduyarí, río Vaupés y Leticia.

#### *Teleonema filicauda filicauda* (Spix)

San José del Guaviare: 2.

Las rectorices más exteriores en uno de los ejemplares, que debe ser una hembra por coloración, y joven, son muy cortas (45 mm.) en comparación con una hembra del Meta (67 mm.). El otro ejemplar que también puede ser una hembra por coloración tiene la cola muy gastada.

Registrada en Maipures, Quenane, Florencia y Loretoyacu.

#### *Xenopipo atronites* Cabanis

Mitú: 1.

El plumaje está un poco desgastado, por esto el oliváceo del vexilo externo de las rémiges es casi imperceptible.

Registrada en Colombia solamente en el río Vaupés enfrente de Tauapunto.

#### *Manacus manacus interior* Chapman

Caño Cuduyarí: 2.

Con la descripción original, (Chapman, 1914: 624) sólo están de acuerdo estos ejemplares, al ser comparados con una serie de *abditivus* Bangs del Departamento de Bolívar, Colombia, en aquello de "...the chin feathers (beard) shorter, broader and less stiffened" lo que evidentemente se observa en los especímenes del Vaupés.

Registrada en Palmar, Villavicencio, Los Micos, Belén y Maipures.

### TYRANNIDAE

#### *Ochthornis littoralis* (Pelzeln)

Mitú: 1.

El autor (Olivares, 1962: 334) encontró esta especie en abundancia en las orillas del río Guayabero (La Macarena sur); coleccionó 7 ejemplares. Es el registro más cercano al Vaupés.

Registrada también en La Macarena norte, Chafuray, Morelia y Tres Esquinas.

#### *Muscivora tyrannus monachus* (Hartlaub)

San José del Guaviare: 1.

Registrada en Villavicencio, río Ariari, Quenane, Peralonso, Rondón, San Martín y La Macarena sur.

#### *Myiozetetes granadensis obscurior* Todd

San José del Guaviare: 1.

Registrada en Villavicencio, La Macarena norte y sur, Morelia y Umbría.

#### *Pitangus sulphuratus trinitatis* Hellmayr

San José del Guaviare: 1.

Sobre nidos, polluelos y otros datos ecológicos, véase a Olivares (1962: 335). Hellmayr (1927: 150) indirectamente menciona ejemplares de Villavicencio.

Hay además registros de Caño Suría, Apiay y Yuri-mena.

**Tolmomyias flaviventris collingwoodi** (Chubb)

San José del Guaviare: 1.

Concuerda con especímenes de La Macarena sur. San José del Guaviare limita con el Meta, y Blake (1962: 101) adscribió un macho de Los Micos (Macarena norte) a *collingwoodi* y dice: "Meta specimens show no evidence of intergradation with either *viridiceps* (Caquetá) or *aurulentus* (Santa Marta, etc.) and can be considered typical of *collingwoodi*".

Registrada además, en Quenane y Maipures.

**Ramphotrigon ruficanda** (Spix)

San José del Guaviare: 2.

Había sido ya registrada en Vaupés, enfrente de Tauapunto, además en Quenane.

**Colopterix galeatus** Boddaert

Mitú: 1. Agosto 21, 1960. Coleccionado por A. Olivares.

Está en plumaje desgastado. Ultimamente llegaron a la colección ICN, 5 especímenes del Vaupés, coleccionados de mayo 5 al 21 y están en plumaje fresco. La identificación de este género es muy sencilla por la característica tan notoria de tener las tres rémiges primarias exteriores muy cortas.

Había sido registrada en Colombia solamente en Maipures.

**Elaenia flavogaster flavogaster** (Thunber)

San José del Guaviare: 2.

Registrada en Peralonso, Puerto López y Umbría.

**Elaenia parvirostris** Pelzeln

Mitú: 1 ♂. Agosto 20, 1960. Coleccionado por A. Olivares.

Se le envió el espécimen a De Schauensee, quien lo estudió y comunicó (*in lit.*): "Agrees with a large series".

Este residente de verano ya había sido registrado en el río Guainía, (entre un 8 y 18 de mayo), además, en Florencia (junio 24-julio 4).

**Sublegatus modestus brevirostris** (D'Orbigny and Lafresnaye)

*M(uscipeta) brevirostris* D'Orbigny and Lafresnaye, 1837, Mag. Zool., VII, Cl. 2, "Syn. Av.," p. 49. Corrientes, rep. Argentina.

Mitú: 1 ♀, octubre 4, 1960.

Para sinonimia y datos interesantes sobre este migratorio, véase a Zimmer (1941: 2).

El presente ejemplar fue identificado por De Schauensee, quien dice: "agrees with a series of 12 Bolivian specimens".

Siendo una ave nueva para Colombia y migratorio del sur, permítase intercalar una descripción como suplemento a "Aves migratorias en Colombia" (Olivares 1959).

Regiones superiores, cinéreo claro, las plumas de la cabeza son alargadas, tratando de formar copete y tienen una mancha astilar negruzca; alas y cola negruzcas, las coberteras alares con borde apical y subapical blanquecino, lo mismo que el de las rémiges secundarias, el borde interno de las rémiges también es blanquecino; las rectrices con un angosto borde apical blanquecino y el borde externo de la más exterior teñido de blanco

amarillento; coberteras infra-alares medianas amarillentas; axilares grises; garganta, cuello y pecho, cinéreo blanquecino, abdomen y coberteras infracaudales, amarillo limón pálido; flancos gris oliváceo; tibias negruzcas con un tinte amarillento. Iris cafésoso, pico y patas, cuerno negro.

Ala, 70.3; cola, 60; culmen expuesto, 8.5, anchura enfrente de las narinas, 4.5; tarso, 18 mm.

La localidad más cercana a Colombia en donde se le ha coleccionado es en el Perú. Puede ser un residente de verano en Colombia.

**Tyranniscus gracilipes gracilipes** Sclater y Salvin

Caño Cuduyarí: 1.

Había un registro de Macacuní.

**Tyrannulus elatus** (Latham)

Mitú: 1.

Sobre la posibilidad de dos subespecies en Colombia véase a De Schauensee (1950: 857); si las hubiera, a la región del Vaupés correspondería la nominada.

La localidad más cercana a Mitú de donde hay registros es Maipures; hay también registros de Villavencio, Morelia, Belén y Umbría.

HIRUNDINIDAE

**Progne calybea calybea** (Gmelin)

Mitú: 2.

Existía un registro de Mitú, además hay registros de Florencia, Morelia, Belén y Tres Esquinas.

**Hirundo rustica erythrogaster** Boddaert

Mitú: 1 ♂. Octubre 27. Plumaje fresco.

Este residente de invierno había sido ya registrado en Mitú (octubre 1º); además, en Los Micos, río Guapaya, Pico Rengifo (en La Macarena norte, febrero 25 a abril 13); río Guayabero (en La Macarena sur, febrero 20); Loretoyacu (marzo 23), Caucaýá (noviembre 15).

CORVIDAE

**Cyanocorax violaceus violaceus** Du Bus

San José del Guaviare: 3.

Para datos ecológicos de esta especie consúltese a Olivares (1962: 336) quien encontró esta ave en abundancia en La Macarena sur.

Registrada, además, en Los Micos, Villavencio, Barrigón, Quenane, Peralonso, Yurimena, Menegua, río Dudita, Florencia y Tres Esquinas.

TROGLODYTIDAE

**Microcerculus marginatus marginatus** (Sclater)

Mitú: 1.

La localidad típica de esta subespecie está tomada de una piel rotulada "Bogotá". Estudiando colecciones, la localidad más cercana a Bogotá de donde hay registros es Villavencio, de tal manera que el espécimen ("trade skin") sobre el cual hizo la descripción original, probablemente fue capturado en los alrededores de Villavencio.

Registrada, además, en el río Guapaya (La Macarena), Morelia y Florencia.

Mitú: 1.

Se anota a *salvini* entre otras razones porque Todd (1932: 13) dice que esta subespecie se diferencia de *transfluvialis* por llevar ésta las coberteras auriculares mayormente rufas en lugar de ser completamente oliváceas como la espalda; el material del Vaupés tiene caracterizado el oliváceo del parche de las auriculares, aunque un poco más claro que el oliváceo de la espalda.

*Leucolepis* Reichenbach, 1850 debe substituirse por *Cyphorhinus* Cabanis, 1844.

Registrada en Umbría y Cuembí.

MIMIDAE

*Donacobius atricapillus atricapillus* (Linneo)

San José del Guaviare: 1.

Es más claro en sus regiones superiores que ejemplares del Meta y tan oscuro como especímenes del Caquetá y Amazonas, por lo cual con estos últimos entraría en *nigrodorsalis* Traylor del Perú, pero Blake (1962: 38) quien anota capturas en Boyacá y Arauca, dice: "As the two types of plumage are about equally represented in the large series from eastern Colombia, British Guayana, Brazil, and southeastern Perú (Madre de Dios) now before me it is evident that *nigrodorsalis* and *atricapillus* are inseparable".

Las dimensiones en esta especie en sus diferentes subespecies son un poco variables, y así el ala de 6 especímenes de *brachipterus* Madarász, de la región noroeste de Colombia va de 74.5 a 83.6 mm. (78.5); 9 de la región sur cisandina colombiana que por coloración pertenecerían a *nigrodorsalis*, 79.3 a 92 (87.7); 6 de la región media cisandina *atricapillus*, incluyendo el ejemplar de San José del Guaviare, 73.5 a 83 (78.0).

La subespecie *atricapillus* ha sido registrada en varias localidades de Arauca y Boyacá; además de Villavicencio, Acacías, Pachaquiario, Morelia, Tres Esquinas, Loretoyacu, Isla de Ronda y Leticia.

TURDIDAE

*Turdus ignobilis debilis* Hellmayr

San José del Guaviare: 1.

Concuerda muy bien con material del Meta, Caquetá y Putumayo, en coloración; en dimensiones, el ala es un poco más pequeña (105 mm.).

Registrada en Villavicencio, Peralonso, río Dudita, Morelia, Tres Esquinas y Rumiyaco.

SYLVIDAE

*Microbates collaris collaris* (Pelzeln)

Mitú: 1.

No teniendo material de la subespecie *collaris* para comparación y diciendo la descripción original de *perlatus* Todd (1927: 161) quien la describió de Tonantins (Río Solimoes, Brasil), que difiere de la nominada por tener *perlatus* la banda pectoral más ancha y las partes posteriores inferiores más oscuras, no se puede identificar el espécimen del Vaupés con precisión; la banda pectoral es más o menos de 6 mm. de anchura; las regiones inferiores posteriores son de un "Snuff Brown".

Registrada en Florencia, Morelia y Cuembí.

*Vireo flavifrons* Vieillot

Mitú: 1. Diciembre, 1961.

Es un poco más claro que un espécimen coleccionado en N. J.: Ft. Lee, mayo 10, 1912 por Jay A. Weber, pero sí las dimensiones son iguales: ala, 74; cola, 49 mm. De dos ejemplares, uno del Chocó (marzo 7, 1959) y otro de Bolívar, Colombia (enero 30, 1961) se diferencia el del Vaupés por ser éste un poco más claro y más pequeño. Ala en el del Chocó, 75.8; cola, 52; en el de Bolívar, ala, 78; cola, 52.

No había sido registrada en la región cisandina colombiana.

COEREBIDAE

*Dacnis flaviventer* Lafresnaye y d'Orbigny

Mitú: 1 ♂. Agosto 16, 1960. Coleccionado por A. Olivares.

Identificado por De Schauensee quien comunicó (*in lit.*): "Agrees with other colombian specimens".

Registrada en Morelia, Belén, Umbría y río Sucumbíos.

ICTERIDAE

*Psarocolius decumanus decumanus* (Pallas)

San José del Guaviare: 1.

Sobre nidación y otros datos ecológicos véase a Olivares (1962: 338) quien coleccionó en La Macarena sur 5 especímenes, y varios nidos. Esta región es la localidad más cercana a San José del Guaviare.

Registrada también en Buenavista, Restrepo, Apiay, Quenane, Yurimena, Villavicencio, Barrigón, río Dudita, Maipures, Florencia, Belén, Tres Esquinas y Umbría.

*Scaphidura oryzivora oryzivora* (Gmelin)

San José del Guaviare: 2.

La Macarena sur y norte es la localidad más cercana al Vaupés donde se había coleccionado esta icterida. Blake (1962: 108) registra un macho de Los Micos (La Macarena norte).

Sobre el empleo de *Scaphidura* en lugar de *Psomocolax* consúltese a Parkes (1954: 229), quien después de una discusión muy bien documentada, concluye: "The Rice Grackle thus becomes *Scaphidura orizyvora* (Gmelin)".

Registrada además, en Villavicencio, Barrigón, Florencia, Morelia, Tres Esquinas y Loretoyacu.

THRAUPIDAE

*Tanagra xanthogaster brevirostris* (Bonaparte)

Mitú: 2. Caño Cuduyarí: 1.

Por coloración son dos machos y una hembra. Los machos son más oscuros que uno de Tres Esquinas; aquéllos llevan el pecho y la región superior del abdomen teñidos de anaranjado ocráceo pálido.

Registrada en San Felipe (Guainía) y también en los Llanos de Casanare, río Dudita, La Macarena norte, Andalucía, Florencia, Morelia, Tres Esquinas y Cuembí.

*Tangara chilensis coelicolor* (Sclater)

Mitú: 3.

En estos tres ejemplares la parte baja de la espalda es escarlata y la rabadilla y coberteras supracaudales,

amarillo, lo que coincide con la descripción dada por Sclater (1886: 96-97) quien la llamó *Calliste tatao*.

Ala en los tres ejemplares, 74-72.8-71; cola, 51-53-48 mm.

Es el Tanágrido que ostenta más diversidad de colores, de ahí que algunos autores le dieron el nombre específico de *paradiceus* y otro, queriendo ser más preciso, el de *septicolor*.

Registrada en el río Guainía y Macacuní, además, en Villavicencio, río Ocoa, Apiay, río Guapaya (La Macarena norte).

#### *Tachyphonus surimanus brevipes* Lafresnaye

Caño Cuduyarí: 1.

Este ejemplar es un macho por coloración. De la descripción de Sclater (1886: 212), difiere por no presentar "with a slight fulvous tinge on the front portion of the axillaries"; probablemente Sclater examinó un ejemplar joven. Un espécimen de La Macarena sur carece también de dicho detalle. Tal vez varias de las últimas plumas de la rabadilla llevan sobre el color fulvo una mancha negra subapical muy característica; en los ejemplares examinados tan sólo cada uno lleva una pluma con la mancha negra, quizás, debido a que en la preparación se cayeron las demás.

Había ya varios registros del Vaupés (río Vaupés) enfrente de Tauapunto (Brasil), Macacuní, río Guainía enfrente del Brazo de Casiquiare (Venezuela); además, de Villavicencio, La Macarena, Morelia, Belén, Rumiyaco y Umbría.

#### *Cissopis leveriana leveriana* (Gmelin)

Caño Cuyudarí: 1.

Registrada en Villavicencio, Apiay, ríos Ocoa y Ariari, La Macarena norte y sur, Florencia, Morelia, Tres Esquinas y Leticia.

### FRINGILLIDAE

#### *Pitylus grossus grossus* (Linneo)

Mitú: 1.

La característica anotada para los machos de *grossus* o sea que tienen la espalda de un azul pizarra más claro que *saturatus* es muy difícil observarla en el presente ejemplar al compararlo con una serie de esta subespecie de la costa del Pacífico (Guapí, Cauca) y un espécimen del río Tanela (Chocó). Comparada una hembra de la región trasandina colombiana con otra de la cisandina se nota que la primera tiene las partes inferiores sin el tinte oliváceo que llevan las de la segunda, invirtiéndose así la característica dada por los autores para *saturatus*. Una hembra de Leticia tiene dichas partes de un moreno antecino.

Registrada en los ríos Ocoa y Guapaya; Caño Yerlí, Morelia y Leticia.

#### *Paroaria gularis gularis* > *nigro-genis*

San José del Guaviare: 1.

Este ejemplar presenta aquella característica dada para *nigro-genis* (Lafresnaye) y que anota Hellmayr (1938: 62): "the sides of the head (loral streak, orbicular and auricular regions) black", en lo cual difiere de

especímenes de La Macarena sur, del Caquetá y del Amazonas (*gularis*) con los cuales se comparó pero no lleva como *nigro-genis* las plumas gularis de diferente textura, más compactas, más angostas y decididamente lanceoladas, sino que en este particular es igual a los especímenes de las localidades citadas. No tiene el "small sooty chin spot" de *nigro-genis* bien caracterizado, apenas es vestigial, y no presenta como esta última subespecie, la garganta "bright crimson" sino que este color es oscuro y un poco teñido de negruzco. Por lo dicho, puede ser una intergradación entre *gularis* y *nigro-genis*. Se anota en la primera por razones geográficas, no estando San José del Guaviare distante de La Macarena norte más de unos 150 kilómetros, donde se coleccionaron tres ejemplares de *gularis*.

*Gularis* ha sido registrada en Morelia, Tres Esquinas, Leticia, Loretoyacu y *nigro-genis*, de los Llanos de Arauca y Meta y de Maipures.

#### *Arremon taciturnus taciturnus* (Hermann)

Mitú: 2.

Uno de estos dos ejemplares que es un macho por coloración tiene muy bien definido el collar negro pectoral y la mandíbula inferior es negra; el otro que es una hembra se distingue del macho por carecer del collar negro, tan sólo tiene un vestigio de éste, representado en una banda grisácea; además, el blanco de la garganta y cuello anterior está teñido de antecino y la banda longitudinal de la coronilla es de ante grisáceo; la mandíbula inferior es negra; este último detalle separa la hembra de *taciturnus* de la de *axillaris* Sclater. De tal manera que se trata de la especie nominada, que sólo se había registrado en la región cisandina colombiana, en el río Orinoco, en Colombia (Maipures).

Friedmann (1948: 586) anota especímenes del Brazo del Casiquiare en Venezuela y de San Gabriel, en el noroeste del Brasil, localidades que rodean al Vaupés, Colombia. Al occidente del Vaupés la localidad más cercana donde se ha coleccionado la especie en su subespecie *axillaris* es La Macarena sur y norte.

#### *Arremon conirostris conirostris* Bonaparte

San José del Guaviare: 1.

Concuerda en un todo este ejemplar con varios de La Macarena sur, los cuales, Olivares (1962: 341) anotó sin determinación subespecífica, debido a la carencia de material de comparación, y trae una breve discusión taxonómica; pero últimamente Blake (1962: 111), quien debió consultar grandes series, adscribió 3 machos de Los Micos y dos hembras del río Guapaya (La Macarena norte) que dista unos 160 kilómetros en línea recta de San José del Guaviare, a *A. c. conirostris*; debido a esto tentativamente se anota el espécimen del Vaupés como *conirostris*.

Registrada además en Casanare, Villavicencio y San Martín.

#### *Myiospiza humeralis humeralis* (Bosc)

San José del Guaviare: 1.

Registrada en Villavicencio, La Macarena norte y sur, Quenane, Yurimena, Peralonso, Puerto López y Maipures.

## SUMMARY

To the previous studies on the Vaupés ornith (Olivares, 1955 and Olivares and Hernández, 1962) 84 species and subspecies are added, of which only 11 had been recorded from the región by one or two captures. In order to have a better understanding of the avifauna of the eastern Colombia, all the localities in the cisandineam región of the country in which have also been collected the species and subspecies treated in this paper from Vaupés are given. The present collection was made from May to December, 1961; the exact localities are Mitú and San José del Guaviare.

*Seleneidera nattereri* and *Sublegatus modestus brevirostris*, a migrant from the south of South America, are registered for first time in Colombia; the existence of *Galbula dea brunneiceps* is confirmed. *Anas discors* and *Vireo flavifrons* had not been recorded before in the cisandineam region of Colombia.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- BLAKE, Emmet R.  
 1961 "Notes on a Collection of Birds From Northeastern Colombia". *Fieldiana: Zoology*, 44 (4): 25-44, November 27, 1961.  
 1962 "Birds of the Sierra Macarena, Eastern Colombia". *Fieldiana: Zoology*, 44 (11): 69-112, May 28, 1962.
- BORRERO, José Ignacio  
 1955 "Apuntes sobre aves colombianas (Nº 2)". *Lozania (Acta Zoológica Colombiana)*, 9, pp. 1-15, Agosto 20, 1955.  
 1960 "Notas sobre aves de la Amazonia y Orinoquia Colombiana". *Caldasia*, 8 (39): 485-514, Diciembre 20, 1960.
- CORY, Charles B. y Charles E. HELLMAYR  
 1927 "Catalogue of Birds of the Americas and the adjacent Islands in the Field Museum of Natural History, Part V, Tyrannidae". *Field Museum of Natural History, Publ. 242, Zoological Series*, 13, pp. 1-vi-1-517, April 11, 1927.
- CHAPMAN, Frank Mickler  
 1914 "Diagnoses of Apparently New Colombian Birds III. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 33, Art. XL, pp. 603-637, November 21, 1941.  
 1917 "The Distribution of Bird-life in Colombia. A Contribution to a Biological Survey of South America". *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 36, pp. 1-x, 1-726, figs. 1-21, pls. I-XLI, November, 1917.  
 1923 "Descriptions of Proposed New Formicariidae and Dendrocolaptidae". *Amer. Mus. Nov.*, Nº 86, pp. 1-20, August 28, 1923.
- DE SCHAUENSEE, Rodolpho Meyer  
 1947 "On the Genera *Automolus* (Furnariidae) and *Myrmeciza* (Formicariidae) in Colombia" *Notulae Naturae*, Nº 186, pp. 1-5, Febrero 14, 1947.  
 1948 "The Birds of the Republic of Colombia..." (Primera entrega: Tinamidae-Cathartidae)". *Caldasia*, 5 (22): 251-280, Noviembre 20, 1948.  
 1949 "*Id.* (Segunda entrega: Accipitridae-Picidae)". *Caldasia*, 5 (23), pp. 381-644, Septiembre 28, 1949.  
 1950 "*Id.* (Tercera entrega: Dendrocolaptidae-Tyrannidae)". *Caldasia*, 5 (24), pp. 645-871, Julio 10, 1950.
- 1951 "*Id.* (Cuarta entrega: Alaudidae-Fringillidae)". *Caldasia*, 5 (25), pp. 873-1112, Agosto 31, 1951.  
 1952 "*Id.* (Addenda and Corrigenda)". *Caldasia*, 5 (26), pp. 873-1222, Julio 1º, 1952.
- DUGAND, Armando  
 1952 "Algunas aves del río Apaporis". *Lozania (Acta Zoológica Colombiana)*, 4, pp. 1-12, Julio 19, 1952.
- FRIEDMANN, H.  
 1948 "Birds Collected by the National Geographic Society's Expeditions to Northern Brazil and Southern Venezuela". *Proc. U. S. Natl. Mus.* 97 (3219): 373-509, pls. 16-27.
- HELLMAYR, Charles E.  
 1938 "Catalogue of Birds of the Americas and the adjacent Islands in the Field Museum of Natural History, Part. XI, Ploceidae—Cathartidae—Fringillidae". *Field Museum of Natural History, Publicación 430, Zoological Series*, 13, pp. 1-vi, 1-662. December 31, 1938.
- OLIVARES, Antonio, O.F.M.  
 1955 "Algunas aves de la Comisaría del Vaupés (Colombia)". *Caldasia*, 7 (33): 259-275. Diciembre 30, 1955.  
 1959 "Aves migratorias en Colombia". *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 10 (41): 371-442, mapas, láminas.  
 1962 "Aves de la región sur de la Sierra de La Macarena, Meta, Colombia". *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 5 (44): 306-358, 1 mapa, figs. 16, Diciembre, 1962.
- OLIVARES, Antonio, O.F.M. y Jorge HERNANDEZ  
 1962 "Aves de la Comisaría del Vaupés (Colombia)". *Rev. Biol. Trop. Universidad de Costa Rica*, 10 (1): 61-90, 1 mapa, Universidad de Costa Rica, Julio 1962.
- PARKES, Kenneth C.  
 1954 "The Generic Name of the Rice Grackle". *The Condor* 56 (4): 173-260, July-August, 1954.
- PHELPS, W. H. y W. H. PHELPS, Jr.  
 1950 "Lista de aves de Venezuela con su distribución, parte 2 Passeriformes". *Soc. Venez. Cienc. Nat.*, 2 (75): 1-248, 1 mapa, Marzo, 1950.  
 1958 "*Id.* Tomo II, parte 1, No Passeriformes" *Id.* 19 (90): 1-318.
- PINTO, O. M. de O.  
 1938 "Catalogo das Aves do Brasil 1º Parte", *Rev. Mus. Paulista*, 22, pp. 1-566.  
 1944 "*Id.*, 2º Parte" *Dep. Zool. Secr. Agr., Ind. Com.*, Sao Paulo, pp. 1-xi, 1-700, fgs., Agosto de 1944.
- SCLATER, Philip Lutley  
 1886 "Catalogue of the Passeriformes or Perching Birds in the Collection of the British Museum. Fringilliformes: Part. II. Containing the Families Coerebidae, Tanagridae, and Icteridae". *Cat. Bds. Brit. Mus.* 11, pp. 1-xvii, 1-427, pls. I-XVIII, London, Taylor and Francis.  
 1890 "Catalogue of the Passeriformes or Perching Birds, in the Collection of the British Museum. *Tracheophonae*, or the Families *Dendrocolaptidae*, *Formicariidae* *Conopophagidae* and *Pteroptochidae*". *Cat. Bds. Brit. Mus.*, 15, pp. 1-xviii, 1-372, Pls. I-XX, London: Taylor and Francis.
- SHARPE, Richard Bowdler.  
 1888 "Catalogue of the Passeriformes, or Perching Birds in the Collection of the British Museum.

Oligomyodae... Eurylaemidae". Cat. Bds. Brds. British Mus., 14, pp. 1-xix, 1-494, pls., I-XXVI, London: Taylor and Francis.

TODD, W. E. Clyde

- 1927 "New Gnateaters and Antbirds From Tropical America, with a Revision of the Genus *Myrmeciza* and Its Allies". Biol. Soc. Washington, 40, pp. 149-178, December 2, 1927.
- 1932 "New South American Wrens". Proc. Biol. Soc. Wash., 45: 9-14, April 2, 1932.
- 1943 "Art. I. Studies in the Jacamars and Puff-Birds." Ann. Carn. Mus., 30, pp. 1-8, October 20, 1943.

1950 "Critical Notes on the Cotingas". Proc. Biol. Soc. Wash., 63, pp. 5-8, April 26, 1950.

ZIMMER, John T.

- 1934 "Studies on Peruvian Birds. XVI. Notes on the Genera *Glyphorhynchus*... and *Sclerurus*". Amer. Mus. Nov., N° 757, pp. 1-22, November 30, 1934.
- 1940 "Id. N° XXXIV. The Genera *Todirostrum*... and *Hemitriccus*". Id. N° 1066, pp. 1-23, May 3, 1940.
- 1941 "Id. N° XXXVII The Genera *Sublegatus*... and *Tyranniscus*". Id. N° 1109, pp. 1-25, May 15, 1941.
- 1950 "Id. N° 59. The Genera *Polytmus*... and *Amazilia*". Id. 1475, 1-28, November 24, 1950.

# LOS PECES CARTILAGINOSOS DE LA BAHIA DE CISPATA Y DEL ESTUARIO DEL RIO SINU

GEORGE DAHL

Jefe del Departamento de Pesca de la C. V. M. Anteriormente Profesor de Ictiología, Universidad Nacional de Colombia.

El presente estudio de ningún modo pretende ser completo. Se basa enteramente en material recogido por el autor y sus colaboradores durante los años comprendidos entre 1946 y 1962, con equipos muy insuficientes para la pesca de especies grandes y de captura difícil. Sin embargo, esperamos que sea de alguna utilidad, ya que prácticamente no han existido datos de ninguna clase sobre la distribución de los peces cartilaginosos en las costas de Colombia. Con el fin de facilitar futuros estudios de *Chondrichthyes* en la Costa Atlántica de Colombia, hemos dado claves de clasificación tanto de las especies encontradas como de algunas otras, cuya presencia se puede sospechar.

El autor agradece a la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú, y al Departamento de Planeación y Servicios Técnicos, el apoyo que ha hecho posible los estudios en los cuales se basa el presente estudio, y a la Universidad Nacional de Colombia por licencias otorgadas durante los años cuando el autor era profesor de Ictiología del Instituto de Ciencias Naturales de dicha Universidad.

Los doctores Jorge Carrillo Barón, jefe nacional de pesca, y Federico Medem, zoólogo y especialista en vertebrados poikilotérmicos de Suramérica, nos han ayudado con su asistencia y consejos.

Los dibujos han sido elaborados por don Octavio Bernal, dibujante del Depto. de Pesca de la C. V. M.

## Clase Chondrichthyes.

(Peces cartilaginosos).

### Clave de las subclases:

- a. De 5 a 7 (generalmente 5) aberturas branquiales externas en cada lado, nunca cubiertas. Cloaca presente. Costillas pleurales cortas presentes .....  
... Subclase *Elasmobranchii* (tiburones y rayas).
- aa. 4 aberturas branquiales en cada lado, cubiertas por un pseudoopérculo no osificado. No hay cloaca, ni costillas ..... Subclase *Holocephali* (quimeras).  
*Nota:* Las quimeras son peces de la profundidad del mar y por lo tanto salen del objetivo del presente estudio.

Subclase *Elasmobranchii* (tiburones y rayas):

### Clave de los superórdenes:

- a. Aberturas branquiales en posición lateral. Margen anterior de las aletas pectorales libre. Hyomandibulare con radios branquiales. Las cápsulas olfatorias nunca unidas con los cartílagos preorbitales libres. Las dos mitades de la cintura pectoral separadas dorsalmente, nunca unidas entre sí ni con la columna vertebral .. Superorden *Selachica* (tiburones).
- aa. Aberturas branquiales en posición inferior (ventral). Margen anterior de las aletas pectorales unidas con los lados del cuerpo y de la cabeza. Hyo-

mandibulare sin radios branquiales. Las cápsulas olfatorias siempre unidas con los cartílagos preorbitales. Las dos mitades de la cintura pectoral unidas entre sí o con la columna vertebral. No hay aleta anal; la dorsal, cuando existe está siempre situada muy atrás ..... Superorden *Rajica* (rayas).

### Superorden Selachica (tiburones).

*Ordo:* de los siete órdenes de tiburones modernos (subórdenes de BIGELOW et SCHROEDER), el único encontrado hasta ahora con seguridad en el río Sinú y en su estuario (incluyendo la Bahía de Cispata) es *Ordo Lamnida* (= suborden *Galeoidea* BIGELOW et SCHROEDER).

Aquí damos una clave de las familias que se han encontrado ya en la región o que probablemente se encontrarán.

### Ordo Lamnida:

#### Clave de las familias presentes:

- a. Cabeza muy extensa lateralmente, en forma de martillo o bonete, con los ojos en las terminaciones de los salientes .....  
..... Familia *Sphyrnidae* (peces martillos).
- aa. Cabeza de forma normal.
  - b. Por lo menos la mitad de la base de la primera aleta dorsal está situada detrás del origen de las aletas pélvicas. Cada abertura nasal está unida con la boca por una ranura profunda; su margen anterior con una barbilla bien desarrollada ... Familia *Orectolobidae* (pejebobos).
  - bb. La base de la primera aleta dorsal termina generalmente encima o delante de la inserción de las aletas pélvicas. No hay barbillas.
    - c. Aleta caudal en forma de medialuna, su eje muy elevado. Dientes grandes, en número relativamente pequeño .....  
..... Familia *Isuridae*. (Macos).
    - cc. Aleta caudal de diferente forma, su eje poco elevado.
      - d. La quinta abertura branquial situada notablemente delante del origen de la aleta pectoral. Ojo sin membrana nictitante. Hocico corto .....  
..... Familia *Carchariidae*. (Tiburón toro).
      - dd. La quinta abertura branquial situada encima o detrás del origen de la aleta pectoral. Ojo con membrana nictitante dentro del párpado. Dientes con una sola cúspide .....  
.. Familia *Carcharhinidae*. (Tollos).

### Familia Sphyrnidae.

De esta familia, solamente un género existe en el Atlántico representado por cinco especies. De ellas, por

lo menos tres pertenecen a la región, mientras la presencia de las otras dos se puede sospechar. Por lo consiguiente demos aquí la clave de las cinco especies.

I. Genus *Sphyrna* RAFINESQUE, 1810.

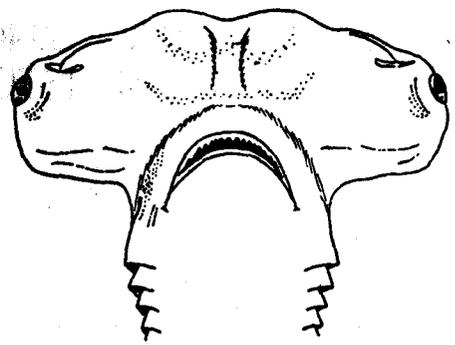
Clave:

- a. El contorno de la cabeza delante de los ojos semi-circular, sin indentación en el medio; generalmente tampoco muestra concavidades frente a las aberturas nasales. Margen posterior de la aleta anal débilmente cóncava, sin indentación ..... *S. tiburo* (LINNAEUS), 1758.
- aa. El contorno anterior de la cabeza de amplia curva o casi recta, con un ángulo fuerte delante de los ojos y concavidades frente a las aberturas nasales. El margen posterior de la aleta anal fuertemente cóncava, con una indentación más o menos brusca.
  - b. Contorno anterior de la cabeza sin concavidad en la línea media ..... *S. zygaena* (LINNAEUS), 1758.
  - bb. Contorno anterior de la cabeza con una marcada concavidad o indentación en la línea media.
    - c. La punta libre de la segunda aleta dorsal más o menos tan larga como su altura vertical. Los dientes serrados hasta la punta .... *S. tudes* (VALENCIENNES), 1822.
    - cc. La punta libre de la segunda aleta dorsal por lo menos dos veces tan larga como su altura vertical. Dientes serrados solamente en sus expansiones basales, nunca en las cúspides.
      - d. Una línea que une los centros de los ojos pasa a través o ligeramente detrás del centro de la boca. Las comisuras de ésta se encuentran en posición anterior a los ángulos posteriores de los salientes de la cabeza, que forman el "martillo". El margen posterior de la aleta anal con una indentación profunda ..... *S. diplana* SPRINGER 1941.
  - dd. Una línea que une los centros de los ojos pasa notablemente delante del centro de la boca. Las comisuras de ésta se hallan marcadamente detrás de los ángulos posteriores del "martillo". El margen posterior de la aleta anal con una indentación poco profunda ..... *S. bigelowi* SPRINGER 1941.

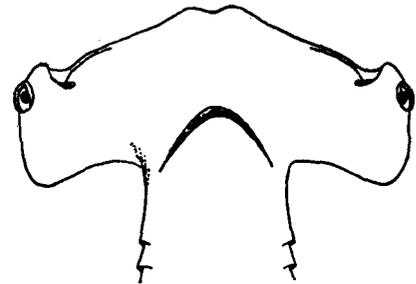
1. *Sphyrna tiburo* (LINNAEUS) 1758. "Pez martillo", "sarda cachona" (sic.), "cabeza de pala".

Esta especie es muy común en La Bahía de Cispatá y el Golfo de Morrosquillo. Prefiere aguas poco profundas. Su alimentación consta principalmente de cangrejos y otros crustáceos, aunque ocasionalmente come moluscos, peces pequeños, etc.

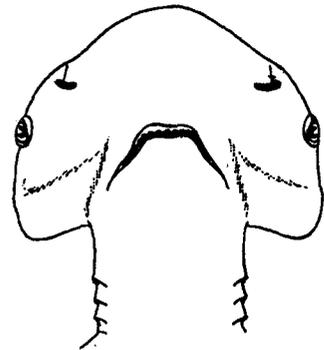
La especie es vivípara; una cría generalmente consta de 8 ó 9 tiburoncitos, los cuales al nacer miden unos 30 centímetros. La hembra es sexualmente madura cuando alcanza un largo de un metro. Probablemente la especie muy raras veces pasa de un largo de 2 metros; aún este tamaño es poco común.



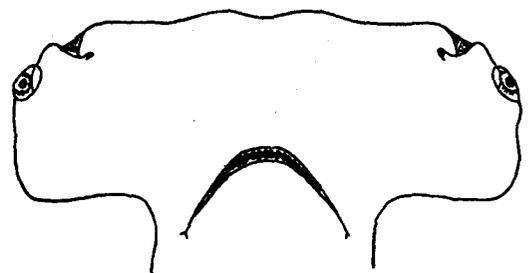
*Sphyrna bigelowi*



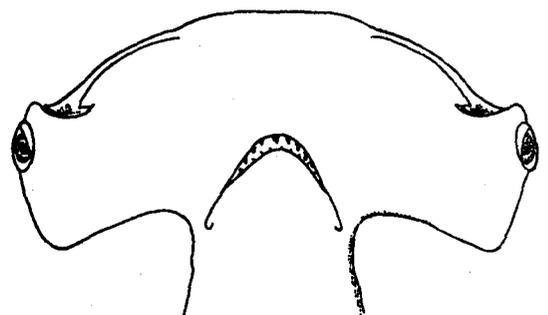
*Sphyrna diplana*



*Sphyrna tiburo*



*Sphyrna tudes*



*Sphyrna zygaena*

Figs. 1 y 2

2. *Sphyrna zygaena* (LINNAEUS) 1758. "Pez martillo", "sarda de cachá".

También es común en la región, aunque esta especie tal vez no es tan numerosa como la anterior. En general, prefiere aguas poco profundas, pero algunas veces también se puede encontrar en alta mar, nadando en la superficie. Es mucho menos torpe y soñolienta que *S. tiburo*, y crece mucho más. Las crías nacen con un largo de más o menos 50 centímetros, a menudo 30 o más a la vez; no se ha observado, como en la especie anterior, una omfaloplacenta, y por lo consiguiente se puede considerar la especie como ovovivípara. Los ejemplares adultos alcanzan un largo entre 2 y 2,4 metros; el tamaño máximo que con seguridad se puede referir a esta especie es alrededor de 4 metros. Un ejemplar de 4 metros de largo pesa unos 450 kilogramos.

*S. zygaena* con alguna frecuencia entra a las bocas de los ríos y las ciénagas costeñas de baja salinidad;

también soporta agua totalmente dulce. En el río Magdalena se ha encontrado ocasionalmente hasta la vecindad de Calamar; en el Río Sinú se capturó un ejemplar joven cerca a San Pelayo y otro en la Quebrada Flores, no lejos de la Ciénaga de Betancí. Estos casos, indudablemente, son raras excepciones; pero siempre hay que sospechar su presencia en ciénagas y lagunas costeñas, semisalobres o aún casi dulces.

Su alimentación consta en la mayor parte de peces; también come cangrejos, langostinos y calamares. Entre sus presas predilectas se hallan las rayas. Tanto esta especie como *S. tudes* a menudo muestran las temibles tunas de las rayas de los géneros *Dasyatis* e *Himantura* incrustadas en las mandíbulas y en las paredes del canal digestivo. También capturan muchos barbudos marinos, pero algunas veces logran coger peces tan rápidos como las sierras (*Scomberomorus*). También ataca a otros tiburones.

En resumidas cuentas, el martillo común es un tiburón atrevido y a veces peligroso. Se conocen varios ejemplos de ataques a personas, algunos con resultados fatales.

La especie puede tener valor comercial: el cuero se curte, el hígado da aceite en cantidades apreciables y la carne se presta para la fabricación de harina de pescado.

3. *Sphyrna tudes* (VALENCIENNES) 1822. Pez martillo gigante.

No se conocen ejemplares de esta especie del estuario del Río Sinú, pero debe ocurrir allí por lo menos ocasionalmente, ya que hemos capturado la especie en el Golfo de Morrosquillo.

El martillo gigante es a todas luces especie vivípara. La hembra da a luz un número crecido de pichones, de 30 a 40; al nacer tienen ya un largo de casi 70 centímetros. Los ejemplares llegan al estado adulto cuando alcanzan un largo de tres metros; el tamaño máximo es aparentemente superior a cinco metros.

La alimentación es, hasta donde se sepa, la misma que la de *S. zygaena*. Como ésta, algunas veces ataca tiburones de otras especies. Sus costumbres son muy parecidas, aunque *S. tudes* no entra en aguas costeñas —o por lo menos aguas dulces— con tanta frecuencia como lo hace *S. zygaena*.

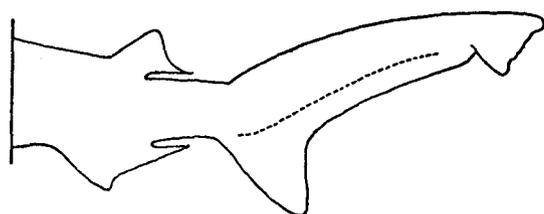
Su importancia económica es por lo menos tan grande como la del martillo común, y por las mismas razones. El hígado es muy rico en vitamina A, pero el contenido varía bastante, desde 55.000 hasta 357.000 unidades internacionales por gramo de aceite de hígado. Así, es fácil comprender que un ejemplar grande puede representar un valor económico de consideración.

*S. tudes* es una especie atrevida y puede ser altamente peligrosa.

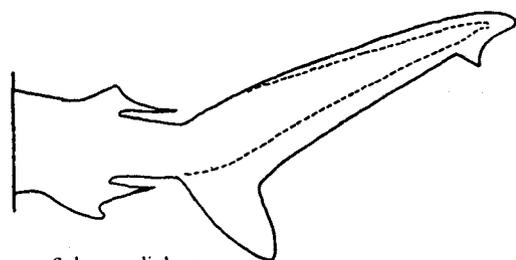
Las otras dos especies del género, *S. diplana* y *S. bigelowi*, no se han encontrado todavía en la región, aunque puede ser que existan allí.

*Familia Orectolobidae.*

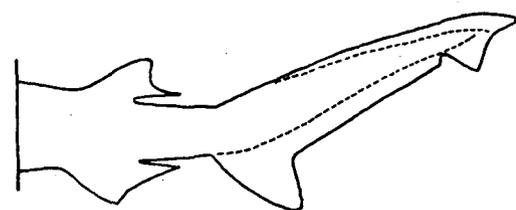
De la docena completa de géneros que componen esta familia, solamente uno se encuentra en el mar Atlántico, representado por una sola especie; dos especies más del mismo género existen en el Pacífico y el Océano Indico.



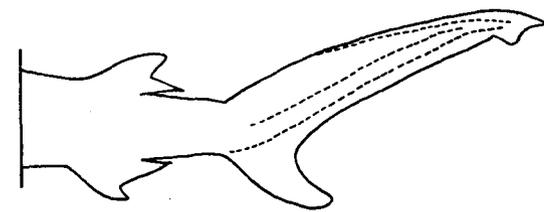
*Sphyrna bigelowi*



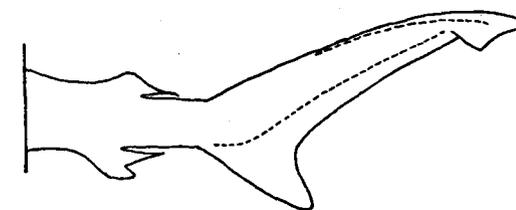
*Sphyrna diplana*



*Sphyrna tiburo*



*Sphyrna tudes*



*Sphyrna zygaena*

Fig. 3

II. Genus *Ginglomystoma* MÜLLER et HENLE, 1837.

4. *Ginglomystoma cirratum* (BONATERRE), 1788. "Pejebobo", "nodriza".

Esta especie es muy común en partes del Golfo de Morrosquillo y especialmente alrededor de las Islas de San Bernardo. Habita con frecuencia en aguas de poca profundidad —a veces se puede observar en menos de un metro de agua. Probablemente ocurre también en el estuario del Sinú, pero no se sabe si entra en agua dulce.

El pejebobo es ovovivíparo. Los pichones nacen de un largo de 25 hasta 28 centímetros; el número en una cría generalmente fluctúa entre 25 y 30. Al llegar a

metro y medio de largo, el ejemplar está adulto, pero sigue creciendo hasta 4 metros o algo más. El máximo conocido es 4.21 metros.

La alimentación consta de crustáceos, moluscos, erizos de mar y ocasionalmente peces pequeños. Los dientes, en varias hileras, son tan pequeños que apenas se pueden distinguir sin microscopio, aún en un ejemplar grande.

La especie es lenta, un poco torpe y completamente inofensiva. Su importancia económica es limitada: el cuero se presta muy bien para curtir, pero la cantidad de aceite de hígado es poca, y las aletas no tienen venta. La carne es apenas comestible.

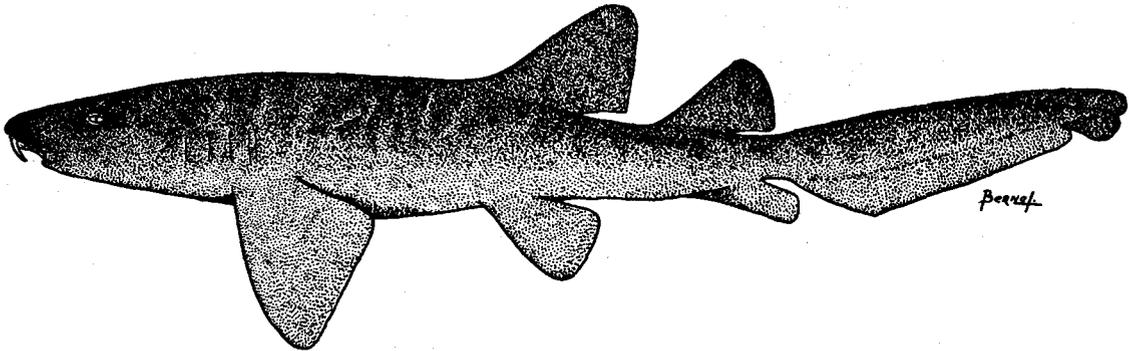


Fig. 4 — *Ginglomystoma cirratum*

Familia Isuridae.

Clave de los géneros:

La familia consta de tres géneros, de los cuales dos ocurren en nuestra Costa Atlántica. El tercer género es circumpolar subártico y subantártico, pero no se ha encontrado en aguas tropicales.

Clave de los géneros:

- a. Dientes de arriba anchos, triangulares, con bordes denticulados. Genus *Carcharodon* AGASSIZ, 1838.
- aa. Dientes de arriba con cúspides largas y estrechas, de bordes lisos.
  - b. Los dos dientes primeros arriba y abajo mucho más largos y delgados que los otros, sin denticulaciones laterales. Parte anterior de la aleta caudal sin quilla secundaria debajo de la quilla primaria ..... Genus *Isurus* RAFINESQUE, 1810.
  - bb. Los dos primeros dientes arriba y abajo de la misma forma como los demás, todos con denticulaciones laterales en la base. La parte anterior de la aleta caudal con una quilla secundaria debajo de la primaria (género extralimital) ..... Genus *Lamna* CUVIER, 1817.

III. Genus *Carcharodon* AGASSIZ, 1838.

Una sola especie, cosmopolita en mares tropicales, subtropicales y templados calurosos.

5. *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS), 1758. "tiburón blanco".

Especie pelágica, rápida, sumamente atrevida; a veces se presenta en agua de poca profundidad. Hemos visto cómo dos ejemplares muy grandes fueron arponeados en la vecindad de Tolú, en agua de poco más de un metro; fueron atraídos con carnada de rayas muertas. También hemos observado un ejemplar en La Bahía de Cispatá.

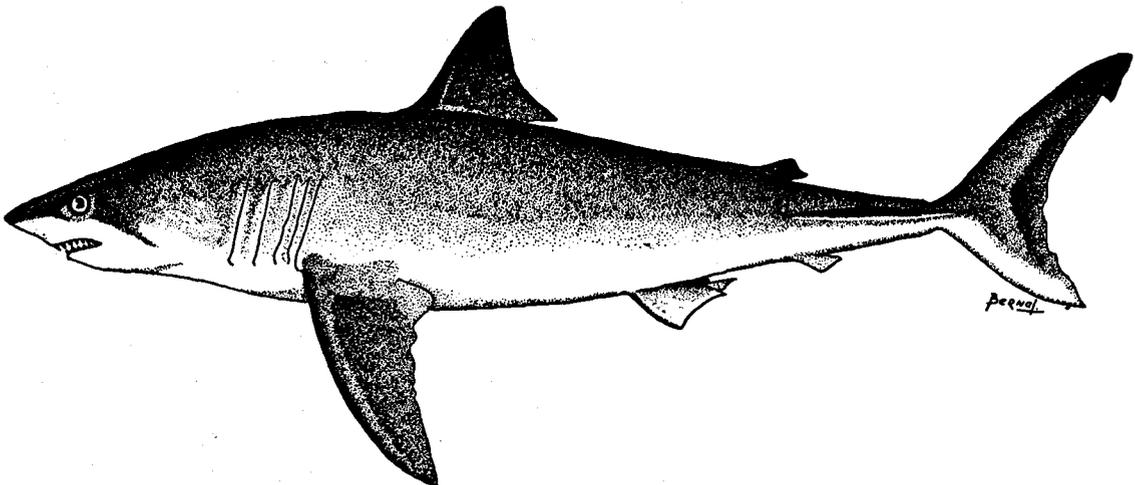


Fig. 5 — *Carcharodon carcharias*

El tiburón blanco crece muy grande: de Australia se conoce un ejemplar de 11 metros de largo, pero generalmente ejemplares mayores de 6 metros son raros. No se conocen ejemplares menores de 1,5 metros de largo. Uno de 6,4 metros capturado cerca de Cuba, pesaba un poco más de 3.200 kilogramos, con un hígado de 456 kilogramos. De la reproducción del tiburón blanco no se sabe prácticamente nada.

Al parecer, no entra en aguas dulces. No obstante su tamaño, no es lo suficiente frecuente para tener importancia económica. Se alimenta principalmente de peces, pero también ataca focas, pulpos, calamares etc. A menudo se alimenta de otros tiburones. Algunas veces sigue los barcos para devorar cualquier desperdicio que se tira al agua. Ocasionalmente ataca tortugas marinas, atunes etc.

El tiburón blanco es, sin duda, el más peligroso de todas las especies conocidas. No solamente se conocen numerosos casos fatales de ataques a personas, sino también casos completamente comprobados de haber atacado botes pequeños, sin ser provocados de ninguna manera. Aún ejemplares de 2 metros de largo son definitivamente peligrosos.

#### IV. Genus *Isurus* RAFINESQUE, 1810.

Una especie en el Atlántico, dos en el Indo-Pacífico. Las tres especies, generalmente llamados "makos", son famosos como peces deportivos.

#### 6. *Isurus oxyrinchus* RAFINESQUE, 1810. "Mako", "atunero".

Especie rápida, pelágica, la cual generalmente nada en la superficie persiguiendo los cardúmenes de sierra, jurel y otros peces veloces; también ataca atunes, peces espadas, peces velas y otras especies semejantes.

Crece hasta casi cuatro metros de largo, pero ejemplares de más de tres metros son raros. Un ejemplar de tres metros pesa alrededor de 500 kilogramos. Llega a ser adulto a un tamaño de 2 metros aproximadamente. De su reproducción se sabe muy poco; aparentemente, la especie es vivípara.

La carne es comestible, pero la especie tiene su mayor importancia como pez deportivo. Resiste furiosamente la captura y toma a menudo, cuando siente el anzuelo, brincos tremendos.

No es muy común en la región. Hemos capturado un ejemplar en el Golfo de Morrosquillo y observado otro en la parte exterior del Golfo de Cispatá. Esta especie probablemente nunca entra en agua dulce.

No existen constancias seguras sobre ataques a personas, pero parece prudente considerar la especie como sospechosa.

#### Familia Carchariidae.

La familia se limita en tiempos modernos a un solo género. Representantes fósiles son conocidos desde el Cretáceo inferior en Europa y desde el Cretáceo superior en América.

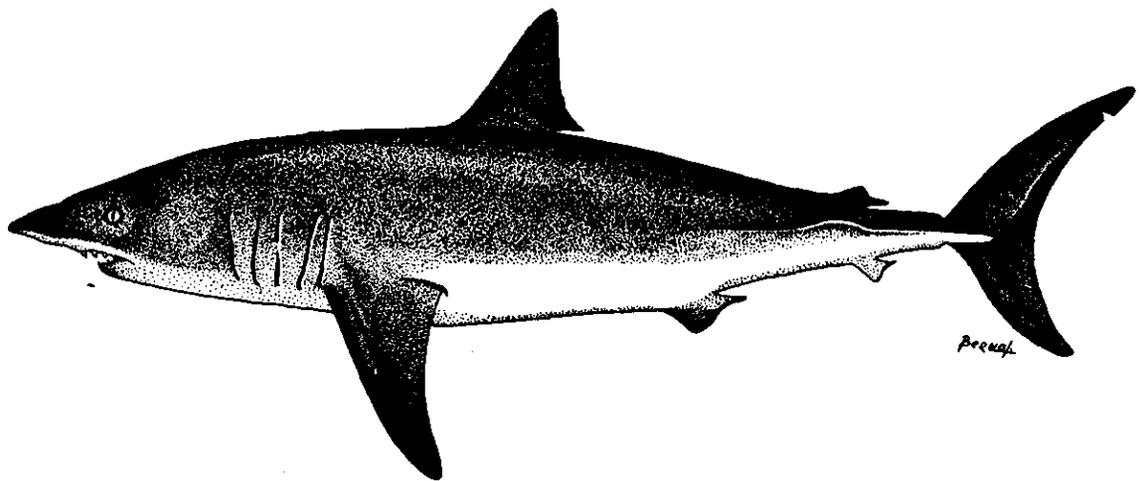


Fig. 6 — *Isurus oxyrinchus*

#### V. Genus *Carcharias* RAFINESQUE, 1810.

De las seis especies de este género, solamente una se encuentra en el mar Caribe.

#### 7. *Carcharias taurus* RAFINESQUE, 1810. "Tiburón arenero", "pintado", "torito".

El arenero es un tiburón comparativamente lento, que prefiere las aguas poco profundas. A menudo, especialmente de noche, se encuentra en la vecindad inmediata de la orilla. Generalmente se mantiene cerca del fondo. Es muy voraz: se alimenta de peces de todas clases, pulpos, calamares, cangrejos y en general animales pequeños. Aparentemente no ataca presas grandes, y no hay constancias sobre ataques a seres humanos. Puede causar daños arrancando los peces capturados en las redes de los pescadores.

De la reproducción se sabe muy poco. Los ejemplares

llegan a ser adultos cuando tienen un largo de aproximadamente 2,2 metros. Aparentemente no pasan de 3 metros de largo.

La carne es insípida y de poco valor; el cuero se presta para curtir.

La especie no es común en la región; hemos examinado solamente dos ejemplares.

#### Familia Carcharhinidae.

Familia numerosa, representada en el mar Caribe por varios géneros y muchas especies.

#### Clave de los géneros:

- a. Espiráculos presentes. La segunda aleta dorsal principia encima o un poco delante del principio de la aleta anal; la primera aleta dorsal empieza casi en línea recta encima de la axila pectoral. El

- pedunculus caudalis con una baja quilla dermal en cada lado .....  
 .. Genus *Galeocerdo* MÜLLER et HENLE, 1837.
- aa. Espiráculos no presentes.
- b. Centro de la base de la primera aleta dorsal más cerca al origen de las aletas pélvicas que a la axila pectoral .....  
 ..... Genus *Prionace* CANTOR, 1849.
- bb. Centro de la base de la primera aleta dorsal por lo menos tan cerca a la axila pectoral como al origen de las aletas pélvicas.
- c. Cúspides de los dientes de arriba con bordes denticulados .....  
 Genus *Carcharhinus* BLAINVILLE, 1816.

- cc. Cúspides de los dientes de arriba con bordes lisos.
- d. La base de la segunda aleta dorsal por lo menos  $\frac{3}{4}$  tan larga como la base de la primera; su borde profundamente cóncavo .....  
 Genus *Negaprion* WHITLEY, 1939.
- dd. La base de la segunda aleta dorsal menos de la mitad del largo de la base de la primera, su borde posterior poco cóncavo, o casi recto. Bases de todos los dientes lisos .....  
 .... Genus *Scoliodon* MÜLLER et HENLE, 1837.

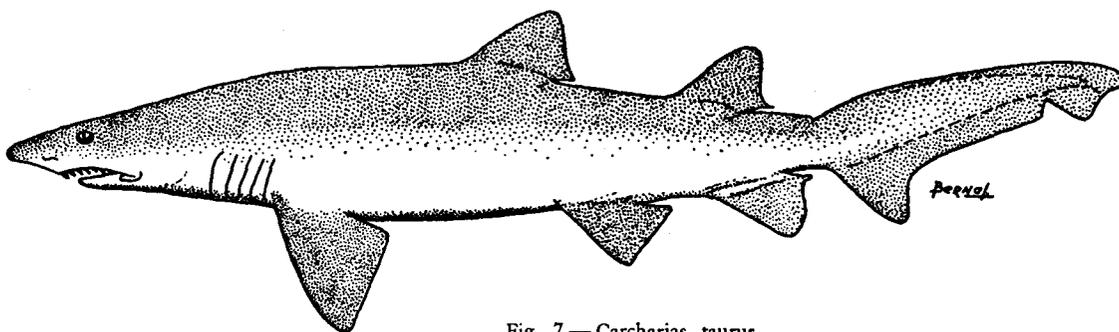


Fig. 7 — *Carcharias taurus*

VI. Genus *Galeocerdo* MÜLLER et HENLE, 1837.

Género de una sola especie, cosmopolita en mares tropicales y subtropicales.

8. *Galeocerdo cuvier* (LESUEUR), 1822. "Tintorera", "tiburón tigre".

Esta especie es una de las más comunes en el trópico. Nace de un largo de unos 45 centímetros. Es ovovivíparo, con 30 a 50 crías a la vez, algunas veces aún más. Llega con seguridad a un tamaño de 5,5 metros; sin embargo, la mayoría de los ejemplares grandes miden entre 3 y 4 metros. La especie se encuentra tanto en alta mar como en las costas, donde algunas veces entra en lagunas semi-salobres y bocas de los ríos. Especialmente durante la noche se puede encontrar en agua de solamente un metro o metro y medio de profundidad.

Come peces, cangrejos, moluscos, tortugas marinas; a veces logra capturar aves como cormoranes y pelícanos. Come cadáveres de animales botados al agua. Hace mucho daño en las redes de los pescadores, rompiéndolas a mordiscos para sacar peces capturados.

Es una de las especies verdaderamente peligrosas para el hombre; se conocen muchos accidentes fatales debidos a la tintorera.

Su valor comercial es apreciable: el cuero se presta muy bien para curtir; las aletas tienen mercado en el Lejano Oriente, ya que los chinos las consideran golosinas, y el hígado da gran cantidad de aceite. Se captura fácilmente con anzuelo, especialmente si la carnada es grande y de olor fuerte.

La tintorera es más bien común en la región de Cispatá y en el Golfo de Morrosquillo, y puede ser una de las bases de una pesca comercial.

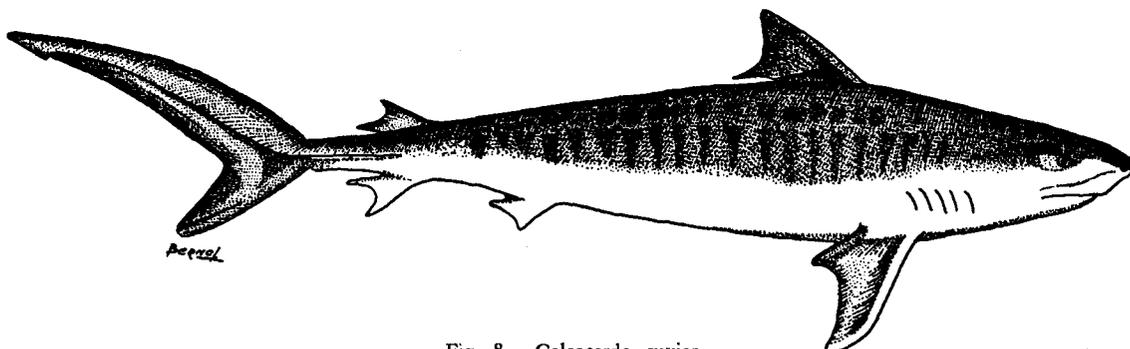


Fig. 8 — *Galeocerdo cuvier*

VII. Genus *Carcharhinus* BLAINVILLE, 1816.

Este género, el más numeroso en el mar Caribe, consta de un gran número de especies. Como la distribución de varias de ellas es poco conocida, y todas las noticias son de interés, hemos elaborado aquí una clave para la clasificación de 12 especies. La presencia de cuatro de ellas en la región hemos podido comprobar; la de las otras o algunas de ellas pueden sospecharse.

Clave de las especies:

- a. El largo del hocico anterior a una línea a través de las fosas nasales notablemente mayor que la distancia entre las fosas .....  
 .... *C. oxyrhynchus* MÜLLER et HENLE, 1841.
- aa. El largo del hocico anterior a una línea a través de las fosas nasales menor que la distancia entre las fosas.

- b. El origen de la segunda aleta dorsal se encuentra encima o detrás del centro de la aleta anal ..... *C. porosus* RANZANI, 1839.
- bb. El origen de la segunda aleta dorsal se encuentra encima del origen de la aleta anal, o anterior a ella.
- c. El centro del lomo entre las dos aletas dorsales muestra una quilla dermal, baja pero claramente demarcada.
- d. La esquina posterior libre de la segunda aleta dorsal más del doble de larga de la altura vertical de la aleta, y notablemente angosta.
- e. El borde de la aleta pectoral más largo que la distancia desde la punta del hocico hasta la primera abertura branquial .....  
*C. floridanus* BIGELOW et SCHROEDER, 1943.
- ee. El borde anterior de la aleta pectoral notablemente más corta que la distancia desde la punta del hocico hasta la primera abertura branquial .....  
*C. facilformis* MÜLLER et HENLE, 1841.
- dd. La esquina posterior libre de la segunda aleta dorsal mucho menos del doble de larga de la altura vertical de la aleta, y no muy angosta.
- f. Apice de la primera aleta dorsal redonda, ancha; la punta de la aleta anal alcanza, o casi alcanza, la base de la aleta caudal .....  
*C. longimanus* POEY, 1861.
- ff. Apice de la primera aleta dorsal subangular, o muy estrechamente redondeada; la distancia entre la punta posterior de la aleta anal y la base de la aleta caudal es igual o mayor que el diámetro del ojo.
- g. Origen de la primera aleta dorsal encima de la esquina interior de la aleta pectoral; su altura vertical menos que la distancia desde el ojo hasta la primera abertura branquial; dentículos dermales colocados densamente, con dientes marginales fuertemente marcados.
- h. Distancia desde las puntas de las aletas pélvicas hasta el origen de la aleta anal mayor que el largo de la base de la aleta anal; la quinta abertura branquial por lo menos 1.5 veces más larga que el diámetro horizontal del ojo. Margen anterior de la abertura nasal sin lóbulo .....  
*C. obscurus* LE-SUEUR, 1818.
- hh. Distancia de las puntas de las aletas pélvicas hasta el origen de la aleta anal aproximadamente la mitad de la base de la aleta anal. Quinta abertura branquial tan larga como el diámetro horizontal del ojo; margen anterior de la abertura nasal con un bajo lóbulo subtriangular... *C. springeri* BIGELOW et SCHROEDER, 1944.
- gg. El origen de la primera aleta dorsal sobre la axila de la aleta pectoral, su altura vertical por lo menos igual a la distancia desde el ojo hasta la tercera abertura branquial; dentículos dermales colocados espaciosamente, sus bordes sin dientes bien marcados .....  
*C. milberti* MÜLLER et HENLE, 1841.
- cc. Centro del lomo entre las dos aletas dorsales liso, sin quilla dermal.
- i. El hocico, frente a una línea a través de las fosas nasales, menos de la mitad del largo de la distancia entre las fosas .....  
*C. leucas* MÜLLER et HENLE, 1841.
- ii. El hocico, frente a una línea a través de las fosas nasales, por lo menos tan largo como la distancia entre las fosas.
- j. Dientes superiores fuertemente asimétricos, sus bordes exteriores profundamente cóncavos, en contorno subangular .....  
..... *C. acronotus* POEY, 1860.  
HENLE, 1841.
- jj. Dientes superiores con cúspides rectas, sus márgenes exteriores no más cóncavos que los interiores ..  
..... *C. limbatus* MÜLLER et HENLE, 1841.

De las once especies mencionadas en la clave, hemos podido constatar la presencia en la región de *leucas*, *acronotus*, *milberti* y *limbatus*. Es muy probable que una

investigación especial con equipo adecuado constataría la existencia de varias otras especies.

9. *Carcharhinus leucas* (MÜLLER et HENLE), 1841. Tiburón gris; "sarda".

Esta especie, una de las más comunes en la Costa Atlántica, es fácil de conocer por su hocico muy corto y ancho y su lomo liso.

Es un tiburón comparativamente lento; prefiere aguas de poca profundidad y entra en ríos, a veces por largas distancias. Lo hemos encontrado en el Río Atrato, en la vecindad de Riosucio, y dentro de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

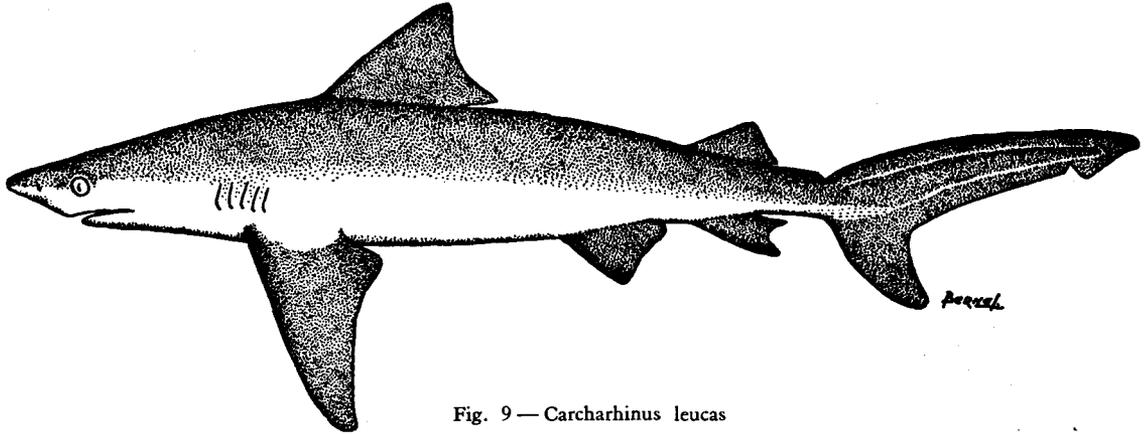


Fig. 9 — *Carcharhinus leucas*

La especie se alimenta particularmente de peces, y a veces captura rayas grandes. En una ocasión se observó un ejemplar tratando de atacar a un pez sierra, *Pristis pectinatus*, cogida en una red, pero con tan mala suerte que el pacífico pez sierra asestó al enemigo un golpe mortal con su rostrum.

El tiburón gris también come cangrejos, cadáveres flotantes en el agua, etc. Aunque generalmente parece lento y torpe, los estómagos de ejemplares capturados no raras veces contienen peces tan veloces como la sierra común, *Scomberomorus maculatus* lo que indica que es capaz de nadar rápidamente cuando así desea. Como la tintorera, a veces hace daño a las redes.

Aunque no existan casos científicamente comprobados de que *C. leucas*, haya atacado a personas, lo consideramos altamente sospechoso. En el bajo Atrato nos informaron sobre ataques que probablemente se refieren a esta especie, ya que ocurrieron en agua dulce; y se sabe que *C. nicaragüensis* (el cual consideramos más bien una subespecie de *C. leucas*) ha causado un número bastante elevado de accidentes entre ellos varios fatales.

La carne es comestible, y el cuero se puede curtir. El contenido de vitamina A en el hígado es bastante varia-

El único tiburón americano que comprobadamente pasa todo su ciclo de vida en agua dulce, *Carcharhinus nicaragüensis* del Lago de Nicaragua, es a todas luces una forma derivada de *C. leucas*, del cual se diferencia solamente por tener los ojos en posición un poco más atrás y la primera abertura branquial un poquito más larga en proporción; diferencias que muy fácilmente pueden haber aparecido por pequeñas mutaciones durante los milenios de aislamiento geográfico.

*C. leucas*, aparentemente es vivíparo. Los pichones nacen con un largo aproximado de 70 centímetros, generalmente de cinco a seis en una cría. Llegan al estado adulto con un largo poco superior a 2 metros, y el tamaño máximo de alrededor de 3 metros, con un peso aproximado de 200 kilogramos.

ble: se halla normalmente entre 2.000 y 20.000 unidades por gramo de aceite. En otras palabras, es más alto que en *Ginglomystoma*, *Negaprion*, *Galeocerdo* y *Carcharodon*, pero notablemente más bajo que en *Sphyrna*.

10. *Carcharhinus acronotus* (POEY), 1861. Tiburón hocico negro; "sarda".

Ejemplares jóvenes de esta especie han sido capturados en La Bahía de Cispatá y el Golfo de Morrosquillo. Se distingue por la forma curiosa de los dientes, el hocico comparativamente largo, y una mancha muy oscura (a menudo negra en ejemplares juveniles) en la punta del hocico.

Es una especie comparativamente pequeña, que nace con un largo de unos 45 centímetros, es adulta a un metro o muy poco más, y raras veces alcanza un largo de dos metros.

El número de pichones en una cría es generalmente de tres a cinco. El tiburón hocico negro se alimenta de peces. No es ni lo bastante grande ni común para tener importancia económica. Tampoco se conocen accidentes debidos a él.

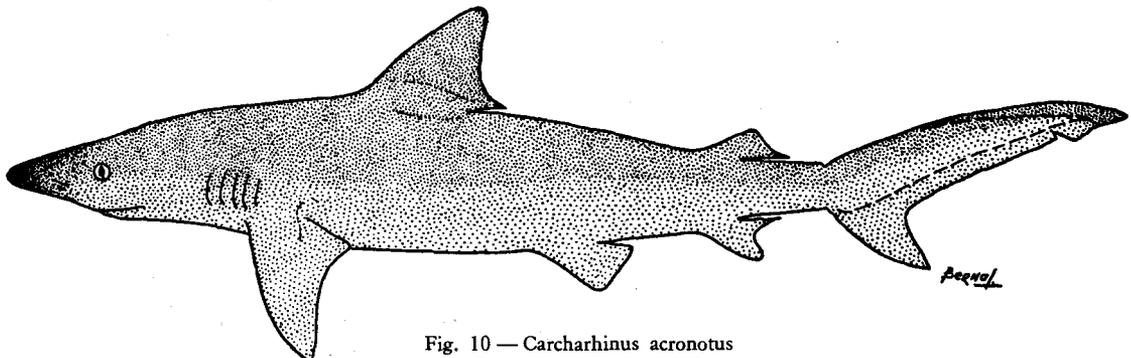


Fig. 10 — *Carcharhinus acronotus*

11. *Carcharhinus milberti* (MÜLLER et HENLE), 1841. "Tiburón pardo".

Esta especie se distingue de sus congéneres hasta ahora notados en la región por su quilla dermal entre las dos aletas dorsales y por el bien marcado lóbulo triangular cerca de la mitad del borde anterior de la fosa nasal.

El tiburón pardo parece preferir aguas comparativamente poco profundas, pero no en el mismo grado que por ejemplo *C. leucas*. Algunas veces entra en estuarios, ciénagas y bocas de ríos, pero no hay constancias de que los suba por largas distancias, como lo hace el tiburón gris.

Nace de un largo de algo más de 50 centímetros, llega a ser adulto a 1,8 metros y alcanza un largo máximo de aproximadamente 2,5 metros.

Su alimentación consta de peces, moluscos bivalvos, pulpos, calamares, crustáceos etc. Hemos capturado un

ejemplar con una saltona, *Ocyurus chrysurus*, viva como carnada.

No hay constancia de ataques a seres humanos, ni parecen muy probables, ya que la especie generalmente se alimenta de presas pequeñas.

Hemos encontrado y capturado el tiburón pardo tanto en el Bajo de Sal Medina, cerca de Cartagena, como en la Bahía de Cispatá.

Donde existe, generalmente es más bien numeroso. En Florida se considera una de las bases de la pesca comercial de tiburones. El cuero es bueno para curtir, la carne es comestible y se presta para hacer harina de pescado, el hígado contiene aceite con vitamina A, aunque en cantidades sumamente variables (de 283 hasta 15.500 U. I. por gramo, según Walford en U. S. Wildlife Service Fish Market News, 6, (6), 1944:4).

Sería muy interesante averiguar si hay poblaciones grandes y permanentes de esta especie, por ejemplo alrededor de los extensos bajos fuera de las Islas de San Bernardo.

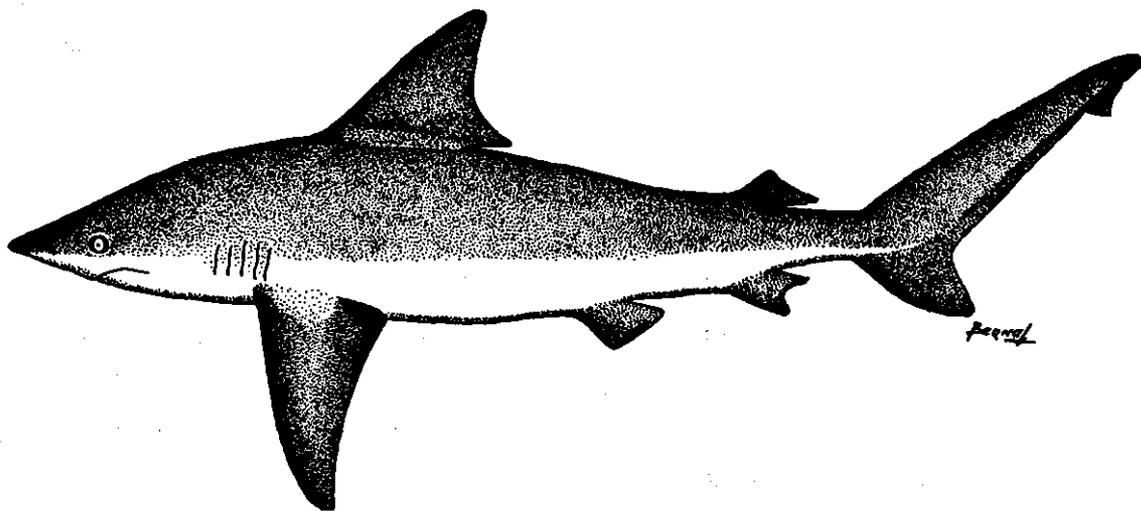


Fig. 11 — *Carcharhinus milberti*

12. *Carcharhinus limbatus* (MÜLLER et HENLE), 1841. "Tiburón de aletas negras".

Entre los miembros del género *Carcharhinus* sin quilla dermal en el lomo, esta especie y *C. maculipinnis* —esta última conocida solamente de Cuba, Puerto Rico y Florida— son las únicas formas que tienen las puntas de las aletas notoriamente negras. Es fácil distinguir entre las dos especies. *C. limbatus* tiene las aberturas branquiales más cortas, la aleta dorsal empieza sobre la

axila del pectoral (detrás de la pectoral en *C. maculipinnis*) y el ojo es más grande.

Es una especie rápida, más gregaria que las otras mencionadas, y se encuentra más en el mar abierto que en la vecindad inmediata de la costa, aunque algunas veces entra en golfos y bahías. Se alimenta de peces y calamares.

Nace de un largo de más o menos 65 centímetros; los pichones en una cría son 4, 5 ó 6. Con un largo de metro y medio el tiburón de aletas negras es ya adulto, y

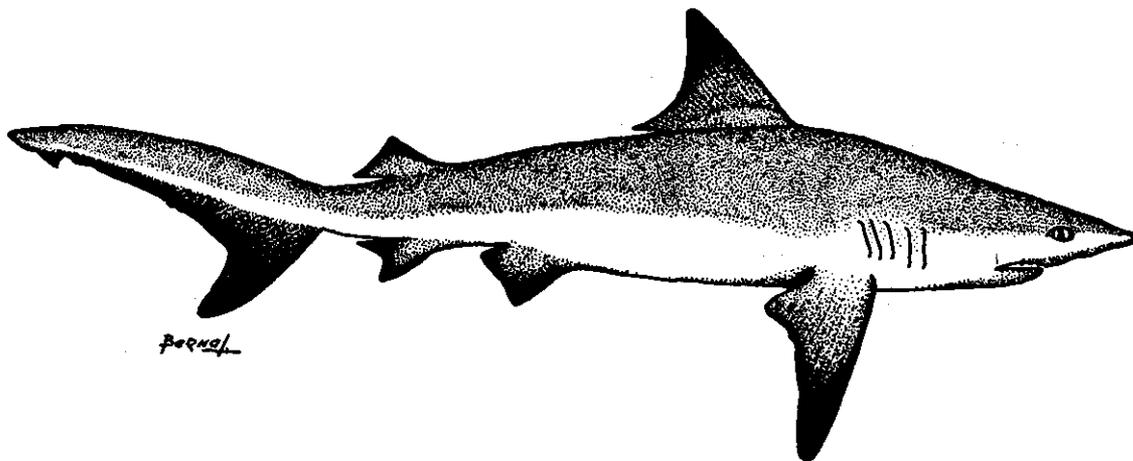


Fig. 12 — *Carcharhinus limbatus*

probablemente raras veces llega a un largo mayor de 2,3 metros.

*C. limbatus* tiene los mismos usos que la especie anterior, y su contenido de vitamina A en el aceite del hígado aparentemente es menos variable: de 4.250 hasta 22.250 U. I. por gramo, según Walford.

No existen constancias de que esta especie haya causado daños de ninguna clase.

Hemos capturado esta especie en el Golfo de Morrosquillo, y lo hemos observado en la parte exterior de la Bahía de Cispatá.

#### VIII. Genus *Scoliodon* MÜLLER et HENLE, 1837.

Este género, numeroso en los mares del Lejano Oriente y de Australia, tiene en el Atlántico un solo representan-

te, del cual hemos capturado algunos ejemplares.

#### 13. *Scoliodon tetrac-novae* (RICHARDSON), 1836. Tiburón hocicón; tollo.

Fácil de distinguir por sus profundos surcos labiales alrededor de las comisuras de la boca, por los largos lóbulos nasales y los dientes completamente lisos.

Es una especie muy pequeña, sexualmente madura ya con un largo de 75 centímetros y que alcanza una longitud máxima de aproximadamente 90 cms. Es vivípara. Se alimenta de peces pequeños, camarones y moluscos. Con alguna frecuencia se encuentra en agua de muy poca profundidad, aún en la misma caleta de la orilla.

Es comestible, pero carece de importancia económica.

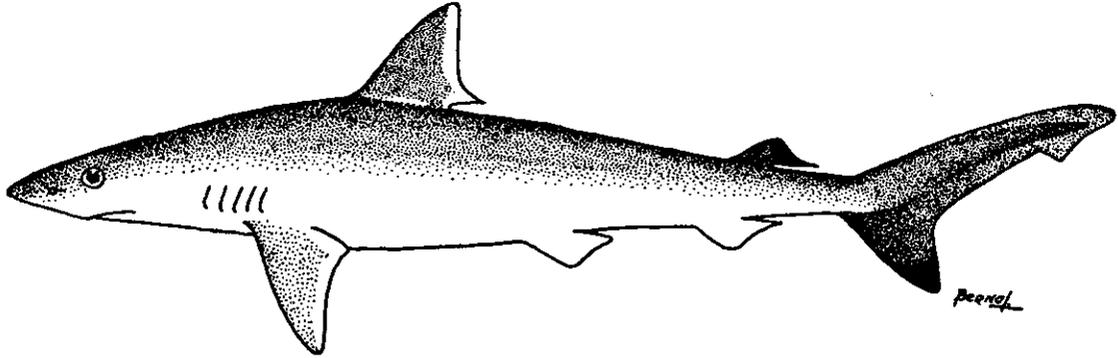


Fig. 13 — *Scoliodon tetrac-novae*

#### IX. Genus *Prionace* CANTOR, 1849.

Una sola especie cosmopolita en mares tropicales y templados.

#### 14. *Prionace glauca* (LINNAEUS), 1758. Verdemar; tiburón azul.

Esta especie es muy fácil de distinguir de todas las demás en la región por la aleta dorsal situada muy atrás, las aletas pectorales muy largas, el hocico largo y puntiagudo, el lomo azul intenso y la dentadura, de aspecto curioso.

Es una especie totalmente pelágica, la cual raras veces se encuentra en aguas de poca profundidad. A menudo nada con parte de la aleta dorsal y la punta del lóbulo caudal superior fuera del agua. Se alimenta de peces como sierras, atunes, bonitos, etc., y probablemente también de calamares.

No tiene valor comercial. Sin embargo de muchas historias horripilantes, no existen constancias seguras sobre ataques a personas; es posible que los cuentos se refieren a *Carcharodon*, también especie rápida y pelágica.

Solamente una vez hemos observado con seguridad esta especie, en la parte exterior de la Bahía de Cispatá.

#### X. Genus *Negaprion* WHITLEY, 1939.

De las cinco especies del género, solamente una se encuentra en el mar Caribe.

#### 15. *Negaprion brevirostris* (POEY), 1868.

Este tiburón es fácil de distinguir por tener la segunda aleta dorsal casi tan grande como la primera, y también por el hocico corto, ancho y redondo.

Se encuentra casi siempre en la vecindad de la costa; visita lagunas semi-salobres y puede entrar en ríos. De

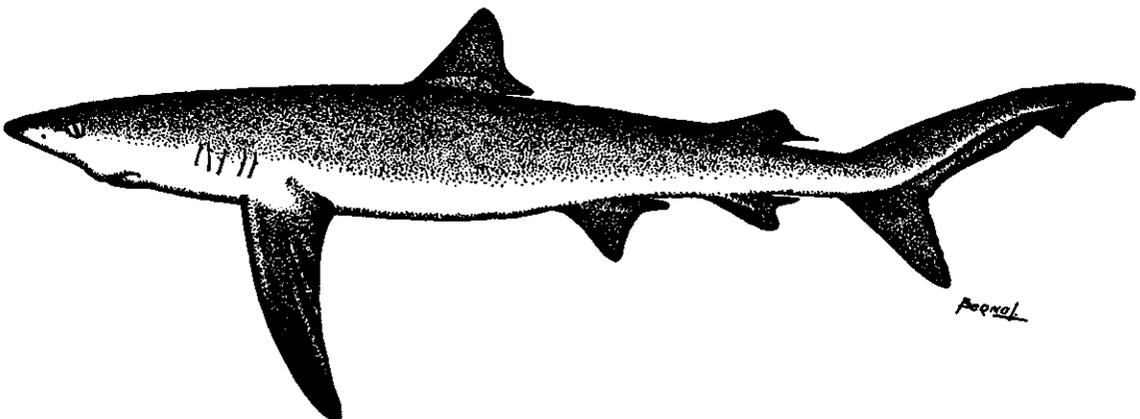


Fig. 14 — *Prionace glauca*

su régimen alimenticio se sabe poco; aparentemente vive de peces.

Nace de un largo aproximado de 60 centímetros, llega a ser sexualmente maduro al tener algo más de 2 metros y alcanza algunas veces un tamaño de 3,3 metros, posiblemente algo más.

Se sospecha, probablemente con razón, de ataques a bañistas.

El cuero y las aletas son de buena calidad y la carne comestible. El contenido de vitamina A en el aceite del hígado varía entre 3.000 y 11.425 U. I. por gramo.

Hemos visto un ejemplar de aproximadamente 2 metros, capturado en la desembocadura del Río Sinú.

*Nota:* Existe en la costa de Bolívar y de Córdoba una rara superstición: los pescadores no quieren nunca pronunciar la palabra "tiburón"; temen que tal atrevimiento les traería mala suerte y sobre todo la ira y la venganza del monstruo marino. Por consiguiente, en vez de tiburón dicen "sarda", o de ejemplares pequeños, "tollo", para no ofender a tan poderoso enemigo. Hay ejemplos de ideas semejantes entre pueblos semi-primitivos en varias partes del mundo. En siglos pasados, los lapones del norte de Europa evitaron toda mención del oso por su propio nombre, especialmente cuando iban de cacería.

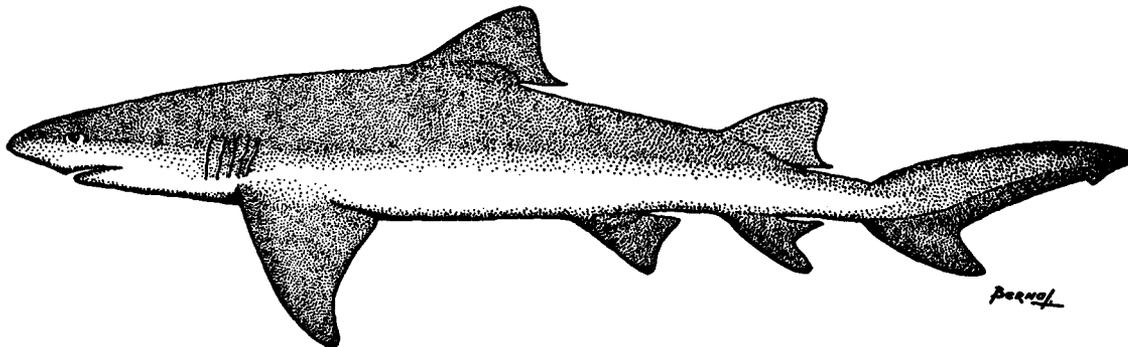


Fig. 15 — *Negaprion brevirostris*

*Superordo Rajica*, (rayas).

*Clave de los órdenes:*

- a. El hocico prolongado en una hoja larga, aplanada, con estructuras parecidas a dientes en ambos bordes laterales ..... Ordo *Pristida*.
- aa. Hocico no prolongado en forma de hoja de espada, sus bordes sin dientes.
  - b. El soporte del margen anterior del disco consta de dos cartílagos preorbitales, prolongados hacia adelante y más o menos ramificados, con uno o dos cartílagos rostrales. Cuero del cuerpo y de la cola liso, sin tunas o placas. Terminaciones de los radios branquiales anchas, en forma de placas. Un órgano eléctrico bien desarrollado en cada lado, entre la cabeza y la aleta pectoral ..... Ordo *Torpedinida*.
  - bb. Un solo cartílago rostral, o ninguno. Cuero generalmente con tunas, placas o escamas placoides. Los radios branquiales no terminan en placas. No hay órgano eléctrico en el disco.
    - c. División del tronco y de la cola no bien marcada. Aleta caudal y dos aletas dorsales bien desarrolladas, con radios cartilaginosos en la parte interior y radios córneos en los que se apoya la parte exterior ..... Ordo *Rhinobatida*.
    - cc. La cola delgada, la división del cuerpo bien marcada. Aleta caudal y dorsal, cuando existen, sin radios córneos.
      - d. Espiráculos con vestigios de branquias. Bordes exteriores de las aletas pélvicas cóncavas, la pelvis con una espuela prepélvica en la esquina exterior ..... Ordo *Rajida*.
      - dd. Espiráculos sin vestigios de branquias o quillas branquiales. Bordes exteriores de las aletas pélvicas rectas o convexas. La pélvis sin espuela prepélvica .... Ordo *Myliobátida*.

*Ordo Pristida*

Todos los representantes del orden son tan cercanamente relacionados que se pueden considerar como perteneciendo a una sola familia.

*Familia Pristidae*

Aparentemente, todos los representantes modernos de la familia pueden colocarse en un solo género.

XI. Genus *Pristis* LINK, 1790.

En la Costa Atlántica de Colombia existen dos especies de este género, las cuales entran en el Río Sinú a largas distancias.

*Clave de las especies:*

- a. Aleta caudal con lóbulo inferior claramente marcado. Origen de la primera aleta dorsal notablemente anterior al origen de las aletas pélvicas. Rostrum con 16-21 pares de dientes ..... *P. perotteti perotteti*, MÜLLER et HENLE, 1841.
  - aa. Aleta caudal sin lóbulo inferior marcado. Origen de la aleta dorsal primera situado encima del origen de las aletas pélvicas. Rostrum con 24-32 pares de dientes ..... *P. pectinatus* LATHAM, 1794.
16. *Pristis pectinatus* LATHAM, 1794. Pez sierra; "pez espada" (sic.).

Esta especie, como todos los representantes del género, es netamente de aguas llanas y de fondos arenosos o fangosos. Bahías y caletas de poca profundidad, lagunas salobres, ciénagas y las partes bajas de los ríos forman su ambiente natural, donde a veces es especialmente numeroso. Acostumbra nadar lentamente sobre el fondo, moviendo el fango o la arena con su curioso rostrum y comiendo todas clases de animales pequeños: moluscos, camarones, cangrejos, gusanos, peces. Sin embargo de su arma tan formidable, es un animal pacífico.

Nace con un largo aproximado de 60 cm. y puede crecer hasta cerca de 6 metros, con un peso de más de media tonelada.

Actualmente no tiene importancia económica, lo que en realidad parece sobremanera raro, ya que es muy común y comparativamente fácil de capturar. La carne de los ejemplares jóvenes es excelente, y se presta muy bien para salar y secar; también los ejemplares grandes deben ser comestibles. Una investigación sobre el contenido vitamínico del hígado en esta especie sería conveniente.

La especie no hace ningún daño, a no ser que algunas veces se enreda en las redes de los pescadores, y dan

entonces bastante trabajo para desenredar el curioso "serrucho". Ejemplares hasta de un par de metros de largo se manejan con facilidad; si son más grandes es necesario matarlos antes de sacarlos, ya que los ciegos golpes del rostrum pueden causar heridas terribles y aún la muerte. Hemos visto un tiburón (*Carcharhinus leucas*) casi dividido en dos mitades por un solo golpe del "serrucho".

Hasta dónde sube esta especie en el Río Sinú, no se sabe con seguridad, ya que los pescadores no la distinguen de *P. perotteti*.

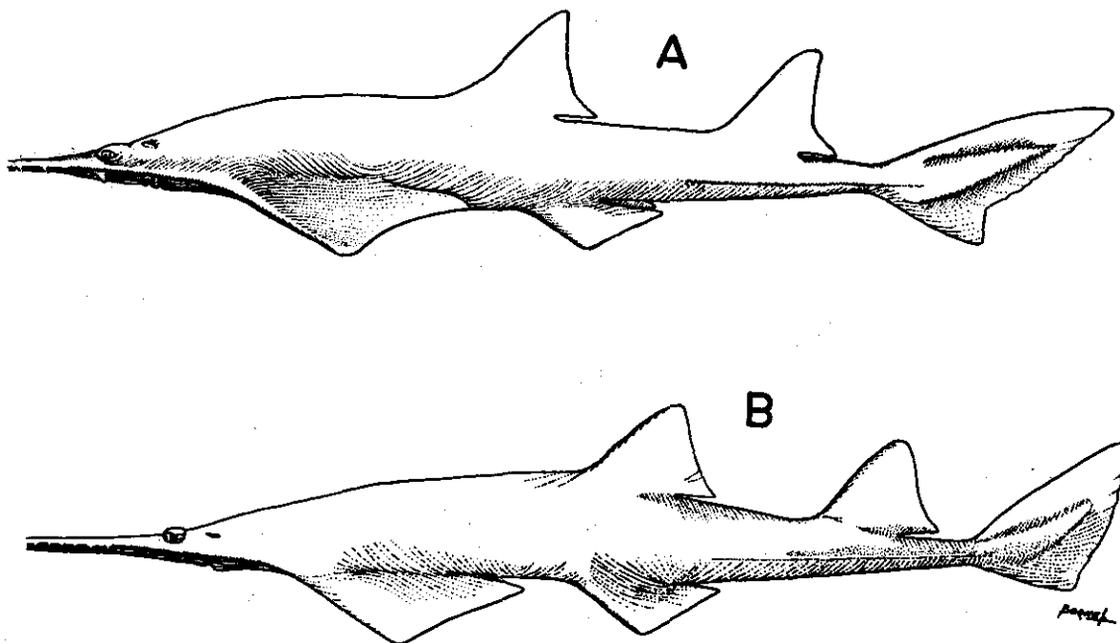


Fig. 16 — (A) *Pristis perotteti perotteti*, (B) *Pristis pectinatus*

17. *Pristis perotteti perotteti*. MÜLLER et HENLE, 1841.

Las costumbres de esta especie se asemejan mucho a las de la anterior, con la excepción de que *P. perotteti* muestra una preferencia todavía mayor por las aguas de poca salinidad y puede vivir y reproducirse en agua completamente dulce, como se ha comprobado en el Lago de Nicaragua.

En el Río Sinú sube por los menos hasta la Ciénaga de Betancí y hasta la región de Volador, como lo demuestran hallazgos en ambas partes, mientras ejemplares de *P. pectinatus* no se han encontrado con seguridad arriba de Montería. En el estuario, sin embargo, *P. pectinatus* aparentemente es más numeroso que *P. perotteti*.

*P. perotteti* crece más grande que la otra especie. No hay duda de que llega ocasionalmente a un largo mayor que seis metros. Un ejemplar de cinco metros y medio de longitud puede pesar unos 600 kilogramos, ya que esta especie es ligeramente más robusta que la otra.

Sus usos son los mismos. En el Sinú, los habitantes ribereños no comen la carne de *Pristis*; hemos visto ejemplares de dos metros capturados y abandonados en la orilla. Lástima, ya que presentan una carne completamente sana y comestible.

Respecto a la taxonomía de esta especie, se ha descrito la forma del Pacífico como especie aparte: *P. zephyreus* JORDAN et STARKS. Hemos tenido oportunidad de

examinar un número de ejemplares de ambas costas, sin encontrar otra diferencia que el número de dientes del rostrum. Por consiguiente, hemos considerado las dos formas como subespecies: *P. p. perotteti* del Atlántico con 16-19 pares, y *P. p. zephyreus* del Pacífico con 20-21 pares de dientes en el rostrum. Sin embargo, en 1962, un ejemplar capturado en la Ciénaga de Soledad, en el Bajo Sinú mostró 21 pares de dientes. Por consiguiente, parece que la diferencia entre las dos formas no es totalmente constante.

*Ordo Rhinobatida.*

Se reconocen dos familias, de las cuales una, *Rhynchobatidae*, es totalmente extralimital. La otra, *Rhinobatidae*, tiene por lo menos un representante en la región; es remotamente posible que pueda haber otros. Por consiguiente, daremos las claves de los géneros y las especies del mar Caribe:

*Clave de los géneros:*

- a. El hocico forma un ángulo marcadamente agudo. El lóbulo del margen anterior de la fosa nasal es estrecho y cubre solamente una región estrecha del centro de la fosa ..... Genus *Rhinobatos* LINK, 1790.
- aa. El hocico forma un ángulo recto o casi recto. El lóbulo del margen anterior de la fosa nasal es ancho y cubre casi totalmente la mitad interior de

esta .....  
 .. Genus *Zapteryx* JORDAN et GILBERT, 1880.

XII. Genus *Rhinobatos* LINK, 1790.

Hay tres especies en el oeste del Atlántico, de las cuales solamente una ocurre con seguridad en aguas colombianas.

Clave de las especies:

a. La parte exterior del hocico tiene forma de una espátula. La punta del hocico muestra un grupo de

tubérculos gruesos .....  
 ..... *Rh. lentiginosus* GARMAN, 1880.

aa. Parte exterior del hocico no espatulado. La punta del hocico sin tubérculos engrosados.

b. La fosa nasal es solamente 1 ó 1,2 veces tan ancha como la distancia entre las fosas. El borde del hocico desde la punta hasta el nivel de los ojos forma una línea recta o casi recta....  
 ..... *Rh. percellens* WALBAUM, 1792.

bb. La fosa nasal es por lo menos 1,4 veces tan ancha como la distancia entre las fosas. El borde del hocico forma una línea curva.....  
 .. *Rh. horkeii* MÜLLER et HENLE, 1841.

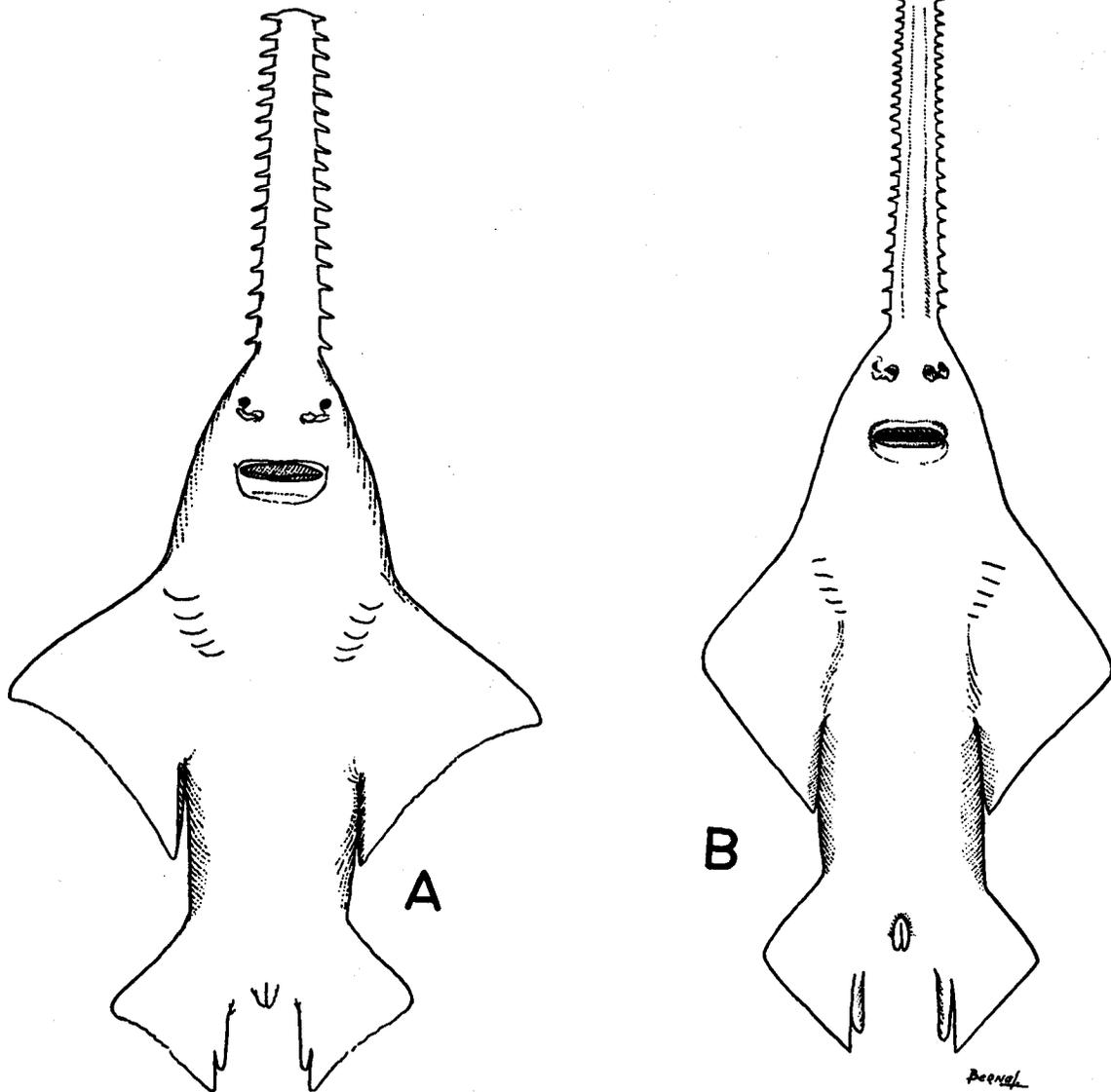


Fig. 17 — (A) *Pristis perotteti* perotteti. (B) *Pristis pectinatus*

18. *Rhinobatos percellens* WALBAUM, 1792. Guitarra.

Hemos capturado un ejemplar en la parte interior de la Bahía de Cispatá y otros dos en el Golfo de Morrosquillo. En términos generales, la especie no debe ser rara en las vecindades, pero es difícil conseguir información de los pescadores. Ellos creen, o alegan creer, que *Rh. percellens* es “el pichón del pecespá”, es decir, del *Pristis*. Parece increíble pero es cierto.

La especie es ovovivípara. Los pichones, generalmente alrededor de 6 en una cría, nacen con un largo de 20 cm.

o un poco menos. Al llegar a una longitud de 60 cm. el ejemplar ya es adulto, y posiblemente pueda alcanzar un largo de un metro.

Del modo de vivir de esta especie no se sabe casi nada, excepto que aparentemente prefiere fondos arenosos de poca profundidad, donde se alimenta de crustáceos, moluscos y otros animales pequeños.

No tiene importancia económica, ni valor deportivo; tampoco causa daños de ninguna clase.

De las otras especies mencionadas, *Rh. lentiginosus* se conoce desde South Carolina hasta Yucatán, y *Rh. hor-*

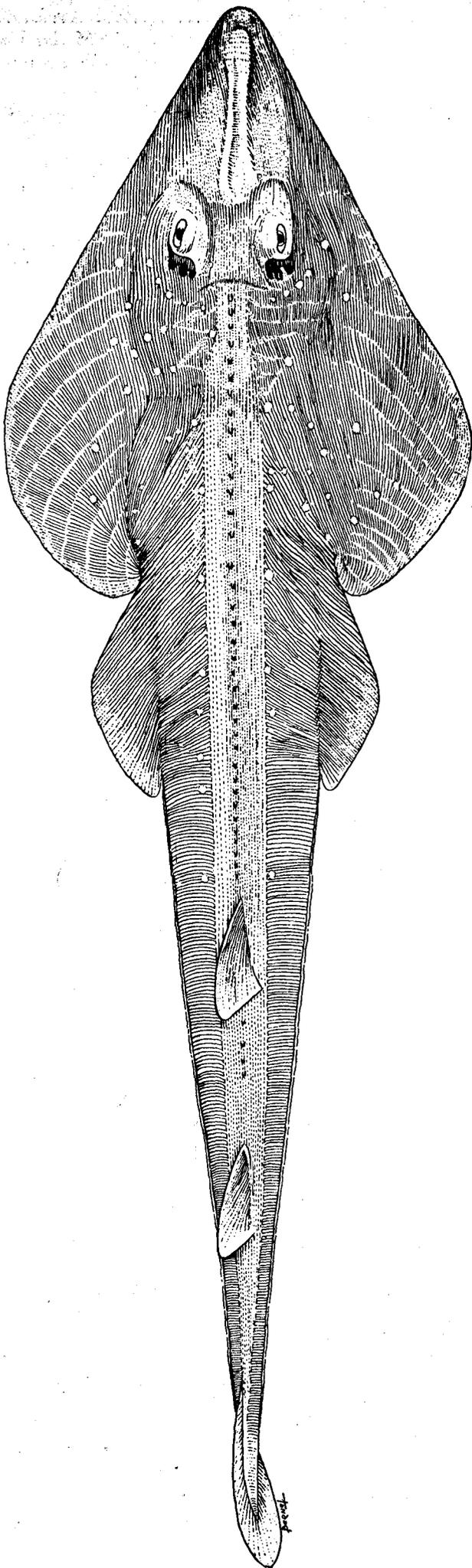


Fig. 18 — *Rhinobatus percellens*

*kelii* de la costa del Brasil y posiblemente de las Antillas (San Eustasio).

El género *Zapteryx* consta de dos especies, una del Atlántico y la otra del Pacífico. La especie atlántica, *Z. brevirostris* MÜLLER et HENLE, 1841, se encuentra en la costa del Brasil.

*Ordo Torpedinida.*

En el Atlántico, este orden está representado por una sola familia.

*Familia Torpedinidae.*

Un solo género ha sido encontrado en aguas atlánticas de Colombia.

XIII. Genus *Narcine* HENLE, 1834.

El único representante en la Costa Atlántica de Colombia es el siguiente.

19. *Narcine brasiliensis* (OLFERS), 1831. Raya eléctrica.

Esta pequeña raya se encuentra generalmente en aguas de 1 hasta 4 metros de profundidad, aunque ocasionalmente se puede hallar en mayores profundidades.

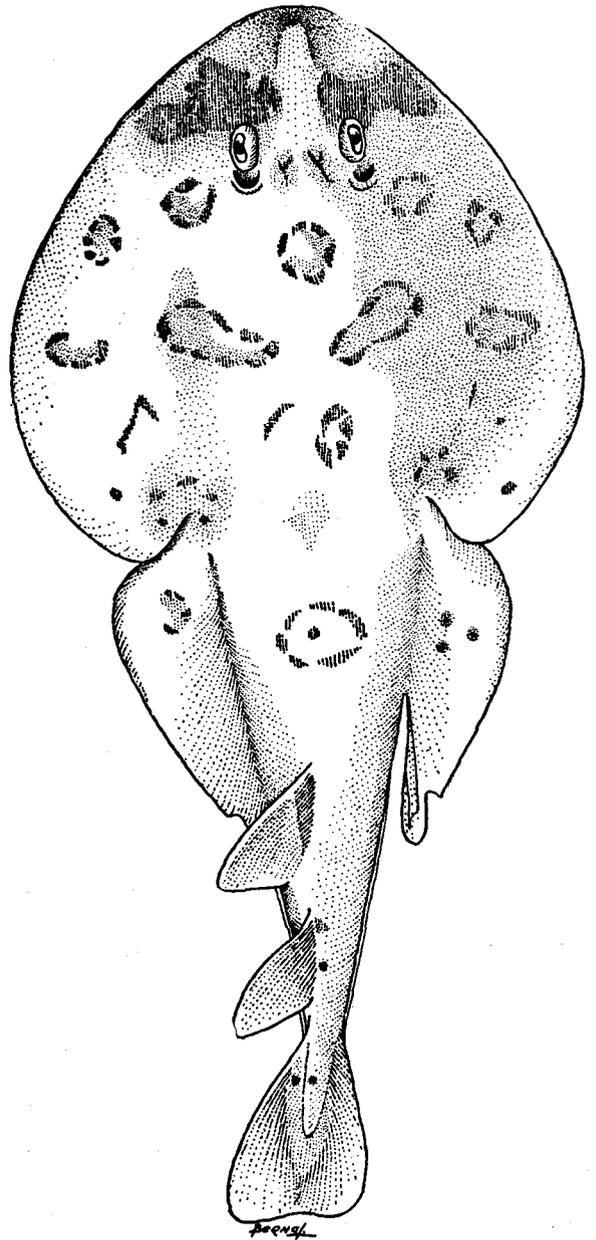


Fig. 19 — *Narcine Brasiliensis*

Nace de un largo de 10 ó 12 cm. El macho es adulto cuando alcanza una longitud de 25 cm., la hembra de 28 ó 30. Raras veces un ejemplar pasa de 50 cm. de largo total.

Su alimentación consta, por lo que hasta ahora se sabe, principalmente de gusanos anélidos.

Al ser tocada, esta raya puede dar un choque eléctrico, pero no muy fuerte. El máximo parece ser de unos 40 voltios, es decir, no implica ningún peligro para seres humanos. Muchas veces el "golpe" es apenas perceptible.

La especie no es rara en la región, pero tampoco muy abundante. Curiosamente, muestra muchas diferencias en el colorido de un ejemplar a otro, lo que ha dado origen de opiniones no muy bien fundadas sobre la existencia de varias especies.

La raya eléctrica no se usa como alimento en la costa de Bolívar y Córdoba, aunque se dice que es buena comida. De todos modos, no es lo bastante numerosa para tener importancia económica.

*Nota:* El Ordo Rajida, propiamente dicho, no tiene representantes en los mares de Colombia.

### Ordo Myliobatida.

Las rayas de este grupo tan variado son generalmente habitantes de los mares tropicales y subtropicales, como las del Ordo *Rajida* lo son de los mares templados. Aquí daremos una clave de las familias y los géneros que se han encontrado ya en el estuario del Sinú o en sus vecindades, o que probablemente por su distribución general se pueden hallar allí, por lo menos ocasionalmente.

#### Clave de las familias:

- a. Una aleta caudal bien desarrollada, con soportes cartilagosos en forma de radios ..... Familia *Urolophidae*.
- aa. Aleta caudal generalmente ausente; cuando existe, carece totalmente de radios.
  - b. Margen anterior-exterior de las aletas pectorales continuo a lo largo del lado de la cabeza, sin lóbulos rostrales o aletas cefálicas separadas. Ojos y espiráculos situados en el lado superior de la cabeza.
    - c. El largo del disco cabe no más de 1¼ veces en el ancho; la cola más larga que el ancho del disco.
      - d. La pelvis con apófisis delgada en el centro, la apófisis larga y dirigida hacia adelante. La cola con un vestigio de aleta caudal sin radios, a menudo mutilada en ejemplares adultos ..... Familia *Potamotrygonidae*.
      - dd. La pelvis sin apófisis delgada en el centro. La cola sin vestigio de aleta caudal ..... Familia *Dasyatidae*.
    - cc. El largo del disco más de 1½ veces que el ancho; la cola notablemente más corta que el ancho de éste ..... Familia *Gymnuridae*.
  - bb. Los márgenes de las aletas profundamente indentadas o totalmente interrumpidas detrás de los ojos, así que las partes anteriores forman

lóbulos o aletas separadas. Ojos y espiráculos en posiciones laterales.

- e. Las divisiones anteriores de las aletas pectorales forman dos salientes delgados y bien separados. Dientes muy pequeños, en series numerosas ..... Familia *Mobulidae*.
- ee. Las partes anteriores de las aletas pectorales forman, o un solo lóbulo debajo de la parte frontal de la cabeza, o dos lóbulos unidos en el centro. Dientes grandes, en pocas hileras.
  - f. Un solo lóbulo o aleta subrostral.... ..... Familia *Myliobatidae*.
  - ff. Dos lóbulos o aletas subrostrales.... ..... Familia *Rhinopteridae*.

### Familia Urolophidae.

De los dos géneros de esta familia que habitan en el Atlántico, uno ya se ha encontrado en la región y es posible que exista el otro.

#### Clave de los géneros:

- a. La aleta caudal a los sumo 4 veces tan larga como ancha; el largo de la cola, medido desde el centro de la cloaca, no es mayor que el largo del cuerpo. .... Urolophus MÜLLER et HENLE, 1837.
- aa. La aleta caudal por lo menos 6 veces tan larga como ancha; el largo de la cola, medido desde el centro de la cloaca, es mayor que el largo del cuerpo ..... *Urotrygon* GILL, 1863.

#### XIV. Genus *Urolophus* MÜLLER et HENLE, 1837.

Una sola especie en el mar Caribe. Sinónimo: *Urobatis* GARMAN, 1913.

#### 20. *Urolophus jamaicensis* (CUVIER), 1817. "Raya pintada".

(Sinónimo más frecuente: *Urobatis sloani* (BLAINVILLE) 1816; *nomen nudum*, hasta revivido por GARMAN en 1913; así, *Urolophus jamaicensis* tiene prioridad, ya que la especie fue descrita como *Trygon jamaicensis* por CUVIER en 1817, y el género *Urolophus* separado por MÜLLER y HENLE en 1837).

Un ejemplar fue hallado en las vecindades de Coveñas. Esta especie parece ser rara aquí. Crece hasta unos 65 y posiblemente hasta 70 cm. Su alimento consta aparentemente de crustáceos, entre ellos camarones.

La especie es ovovivípara, y el número de pichones en cada cría es de 2 a 4. Carece totalmente de importancia económica.

Del género *Urotrygon*, la especie que con la mayor probabilidad se pudiera esperar en la región sería *Urotrygon venezuelae* SCHULTZ, 1949, de las vecindades de Maracaibo.

### Familia Potamotrygonidae.

Uno de los rasgos faunísticos del sistema del Sinú más difíciles de comprender es la ausencia total de esta familia de rayas de agua dulce. Los otros ríos grandes de la costa Atlántica, desde el Atrato hasta el Amazonas, son poblados por varias especies del género *Potamo-*

*trygon* GARMAN, 1877. Tanto en el Lago de Maracaibo como en los ríos Magdalena y Atrato, es decir, realmente en ambos lados del río Sinú— el género está representado por la misma especie, *Potamotrygon magdalenae* (DUMERIL) 1865. Sin embargo, nunca hemos logrado encontrar un solo ejemplar en el Sinú, y los pescadores aseguran que no existe.

**Familia Dasyatidae.**

De esta familia, dos géneros existen en el mar Caribe, mientras otros dos (o posiblemente tres) representan el

grupo en los demás mares tropicales y subtropicales del mundo.

**Clave de los géneros del mar Caribe:**

- a. La superficie inferior de la cola, detrás de la raíz de la espina, con un pliegue membranoso longitudinal ... Genus *Dasyatis* RAFINESQUE, 1810.
- aa. La superficie inferior de la cola posterior a la raíz de la espina, sin pliegue membranoso longitudinal: o lisa o con una baja quilla cutánea ..... .. Genus *Himantura* MÜLLER et HENLE, 1837.

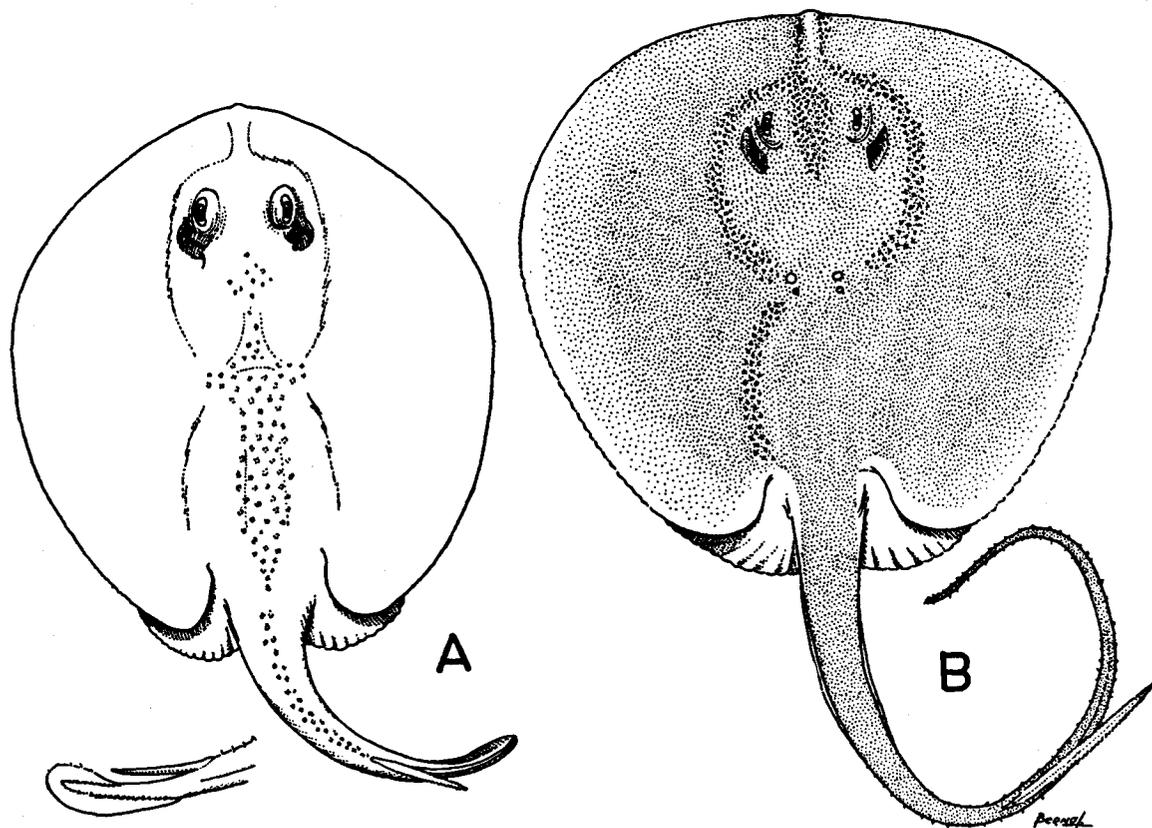


Fig. 20 — (A) *Urolophus jamaicensis*. (B) *Himantura schmardae*

XV. Genus *Himantura* MÜLLER et HENLE, 1837. Una sola especie en el mar Caribe.

21. *Himantura schmardae* (WERNER) 1904. “Raya raspadera”.

Esta especie es fácil de reconocer por su forma de disco casi completamente redondo u ovoide, un poco más ancho que largo, con el hocico marcado solamente por una saliente muy insignificante, en forma de papila. El color en la parte superior es generalmente un pardo oscuro uniforme, sin manchas, mientras la otra raya “redonda” de la región, o sea *Urolophus jamaicensis*, muestra una cantidad de pequeñas manchas pálidas sobre un fondo oscuro.

*Himantura schmardae* no es muy abundante en la región, pero tampoco se puede considerar rara.

Crece grande, hasta un ancho del disco por lo menos 1,2 metros. De su desarrollo y modo de vivir se carece casi completamente de información. Aparentemente se alimenta de moluscos pequeños, especialmente almejas, y de gusanos marinos.

No tiene importancia económica, ya que no se considera comestible. Antiguamente, el cuero de la super-

ficie dorsal del disco se utilizaba ocasionalmente para pulir madera; el cuero seco es un abrasivo bastante eficaz. Las espinas de la cola —al contrario del género *Dasyatis*, la “raspadera” suele tener una sola— fueron utilizadas como puntas de flechas por varias tribus indígenas.

La raspadera no deja de ser peligrosa; si alguna persona la pisa, puede utilizar la espina de su cola para herirla en el pie.

XVI. Genus *Dasyatis* RAFINESQUE, 1810.

De estas rayas, tan peligrosas por sus fuertes espinas en la cola, por lo menos cuatro especies ocurren constantemente o en forma ocasional en la región.

**Clave de las especies:**

- a. Esquinas exteriores del disco ampliamente redondeadas y parejas.
- b. El hocico anterior a los ojos notablemente más largo que la distancia entre los espiráculos; el contorno anterior del disco cóncavo en cada

- lado del hocico ..... *D. sabina* (LESEUER) 1824.
- bb. El hocico anterior a los ojos más corto que la distancia entre los espiráculos; el contorno anterior del disco algo convexo en cada lado del hocico ..... *D. say* (LESEUER) 1817.
- aa. Las esquinas exteriores del disco estrechamente redondeadas o subangulares.
- c. Los márgenes anteriores del disco ligeramente cóncavos anterior a una línea a través de las

- terminaciones posteriores de los espiráculos; la punta del hocico sale del contorno general en forma subtriangular ..... *D. guttata* (BLOCH et SCHNEIDER) 1801.
- cc. Los márgenes anteriores del disco prácticamente rectos anterior a una línea a través de las terminaciones posteriores de los espiráculos; la punta del hocico no sale fuera del contorno general .... *D. americana* HILDEBRAND et SCHROEDER, 1928.

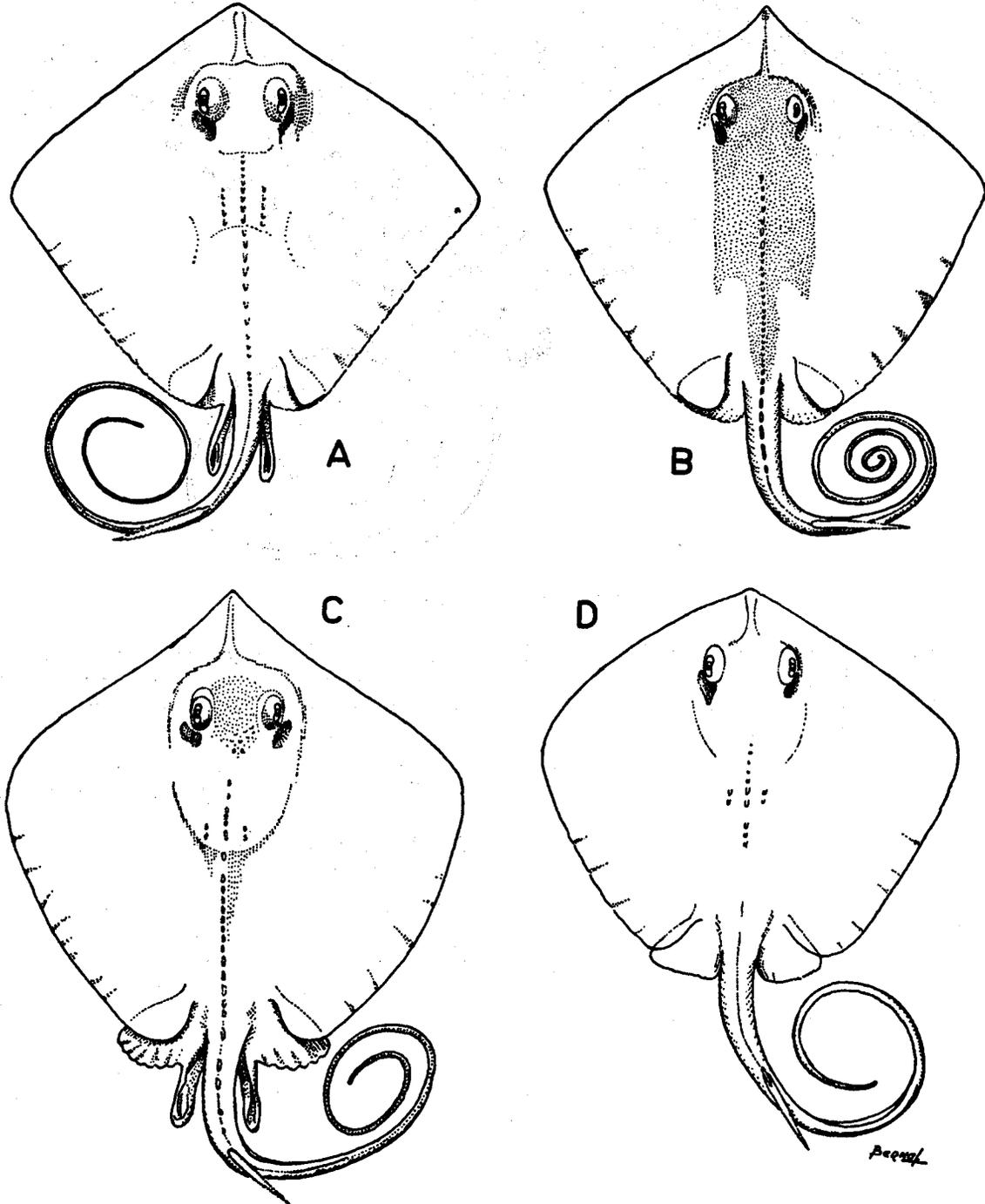


Fig. 21 — (A) *Dasyatis americana*. (B) *Dasyatis guttata*. (C) *Dasyatis sabina*. (D) *Dasyatis say*

22. *Dasyatis sabina* (LESEUER) 1824. Raya.

Especie relativamente pequeña. Nace con un ancho del disco de unos 10 cm., y es adulta cuando alcanza aproximadamente a 25 cm. Es probable que no pase de 60 cm. de ancho. Su alimento parece constar de gusanos, crustáceos etc., en general animales pequeños del

mar y de las aguas semi-salinas. Entra con frecuencia en los estuarios y en las partes bajas de los ríos, pero raras veces penetra a largas distancias. Aparentemente no se encuentra del todo bien en aguas totalmente dulces. Una sola vez hemos encontrado un ejemplar a distancia apreciable del mar: en el Río Atrato, cerca de la boca del Riosucio, en agosto de 1959.

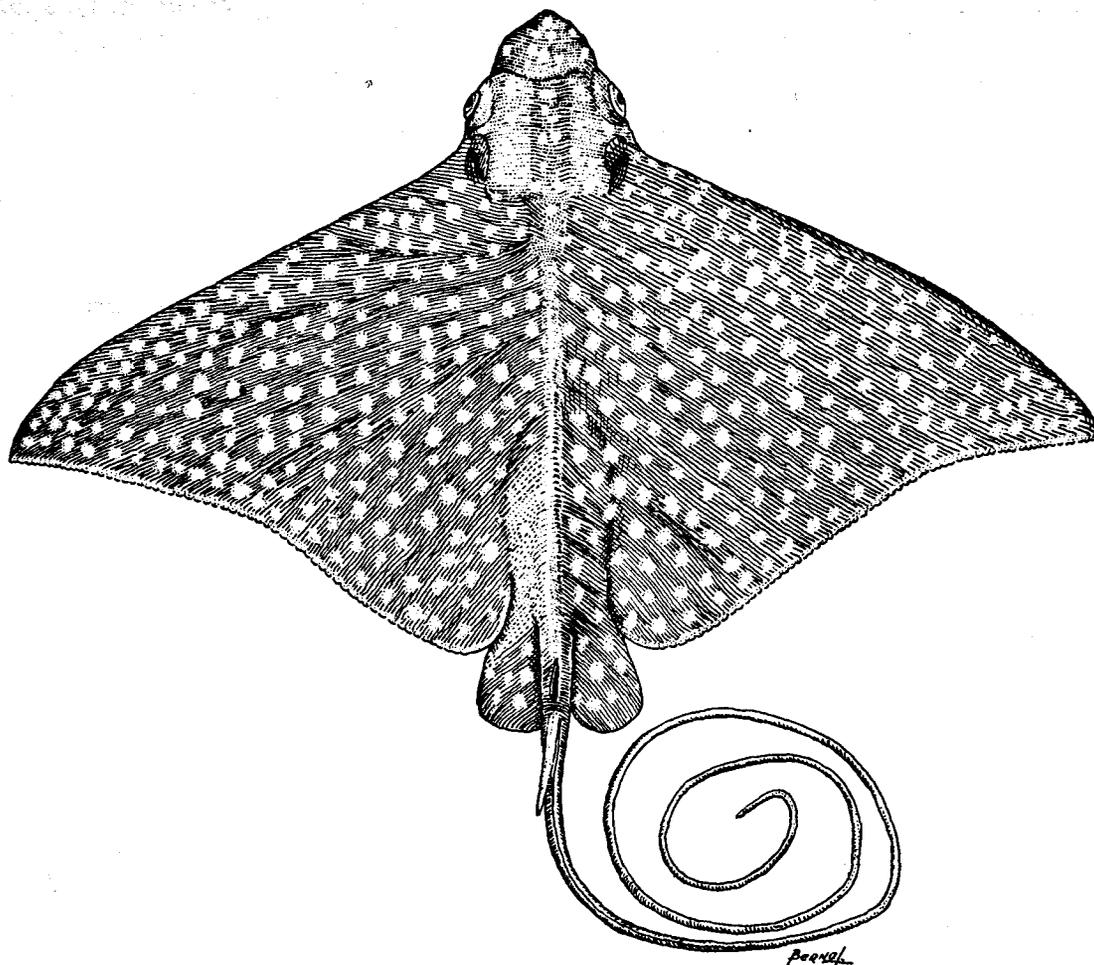


Fig. 22 — *Actobatus narinari*

Por su tamaño pequeño es menos peligrosa que las otras especies del género. No presta ninguna utilidad al hombre. Algunas veces se utilizan rayas de este género como alimento, pero tales casos son excepcionales. El cuero probablemente pudiera utilizarse si fuera posible conseguir grandes cantidades de rayas para una industria.

Los pescadores no distinguen entre las especies de rayas de este grupo.

23. *Dasyatis say* (LESEUER) 1817. "Raya".

Esta especie, que es bastante común en la región, crece con un ancho del disco de más de un metro. Al parecer, no entra en aguas totalmente dulces, como la especie anterior, pero sí se puede encontrar en agua de relativa baja salinidad. Prefiere aguas más bien llanas: por regla general, se encuentra a menos de 3 metros de profundidad y algunas veces en caletas y bahías donde el agua no mide siquiera 50 centímetros. Como las demás especies de este género, pasa la mayor parte de su tiempo enterrada en la arena o el fango, solamente con los ojos y los espiráculos fuera del fondo. Al ser estorbada, por ejemplo pisada por una persona que va deaando, reacciona inmediatamente y clava su espina en el "enemigo".

Es mucho más rápida que la *Himantura*, la cual se puede algunas veces pisar impunemente.

*Dasyatis say* crece hasta tener un ancho del disco de un metro o algo más; llega a ser adulta cuando alcanza un ancho entre 30 y 40 cm.

Vive de moluscos, gusanos, crustáceos y ocasionalmente peces pequeños. No presta ninguna utilidad al hombre, pero es siempre un peligro para los pescadores y los bañistas.

Sus enemigos más peligrosos parecen ser los tiburones martillos, especialmente *Sphyrna zygaena* y *S. tudes*.

24. *Dasyatis americana* HILDEBRAND et SCHROEDER, 1928. "Raya".

Esta especie crece bastante, algunas veces hasta un ancho del disco de metro y medio; la única especie del género en aguas colombianas que le sobrepasa en tamaño es *D. guttata*. Por suerte, no es muy común en la región.

Como todos los miembros del grupo, prefiere aguas de poca profundidad y fondos arenosos o fangosos. Al parecer, le gustan los estuarios y lagunas con salinidad relativamente alta; no tenemos hasta ahora constancia de hallazgos en agua dulce.

Se alimenta de crustáceos, inclusive cangrejos y camarones, moluscos bivalvos, gusanos marinos y peces pequeños.

Esta raya parece más arisca que las especies anteriormente mencionadas, y es probable que causa menos accidentes. Al ser capturada con red o con anzuelo, resiste furiosamente y es menester manejarla con el mayor cuidado para evitar heridas con las espinas —generalmente tiene dos bien desarrolladas.

Como las demás especies del género, carece de importancia económica.

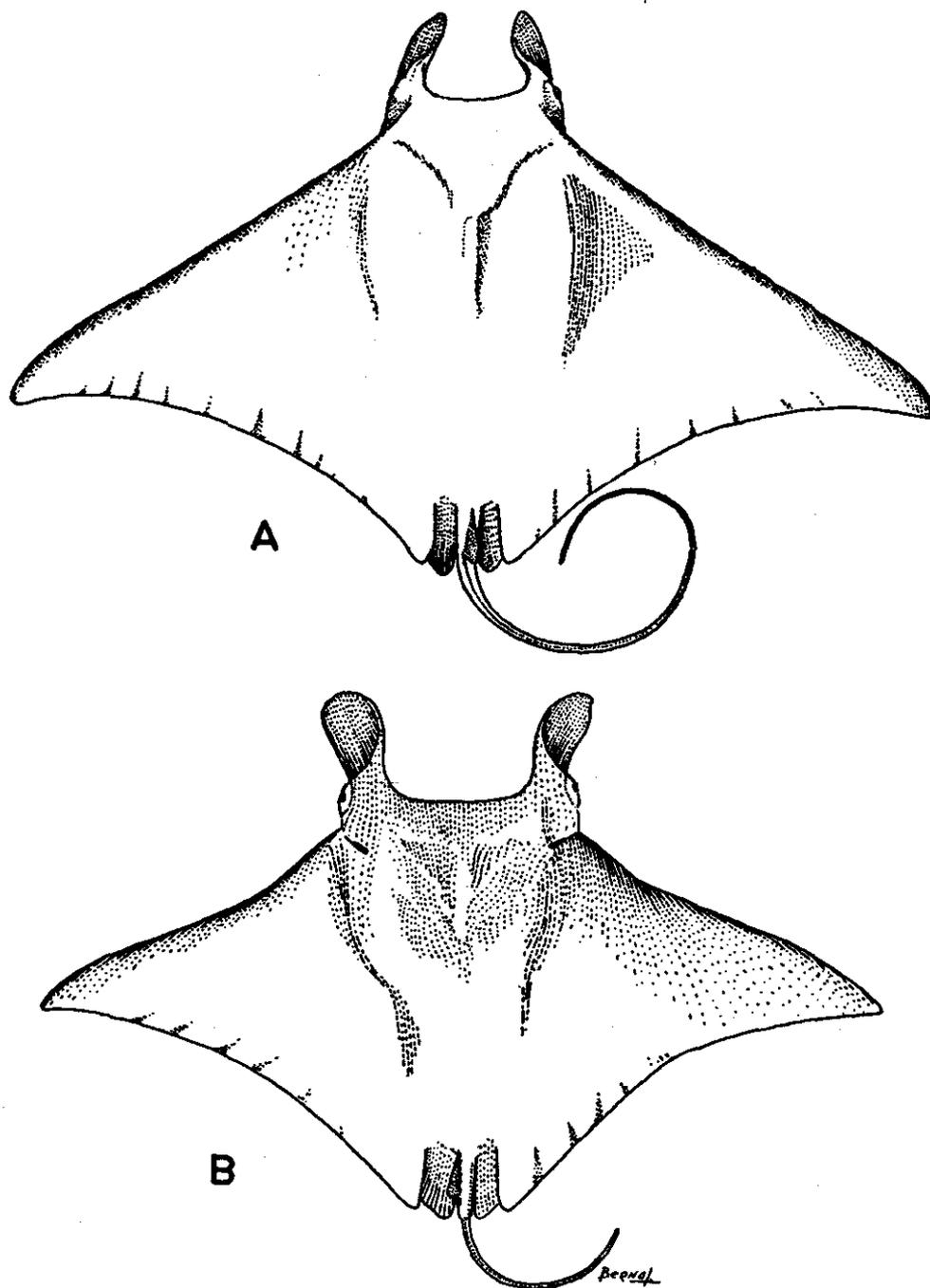


Fig. 23 — (A) *Mobula hypostoma*. (B) *Manta birostris*

25. *Dasyatis guttata* (BLOCH et SCHNEIDER) 1801.  
"Raya".

Esta raya se distingue fácilmente de las otras especies de *Dasyatis* por su hocico sub-triangular prominente. Es la más grande de las especies del género existente en la región: el único ejemplar que hemos capturado en el Golfo de Morrosquillo medía 168 cm. de ancho del disco seguramente existen todavía más grandes. Según BLOCH y SCHNEIDER, alcanza un ancho de 180 cm., con un largo de la cola de 3,3 metros.

De su vida y costumbres no se sabe prácticamente nada; es probable que se diferencian poco de las de sus congéneres.

*Familia Gymnuridae.*

De estas rayas, a veces llamadas "rayas mariposas", existe un solo género con dos especies en el mar Caribe. El disco es sumamente ancho, la cola corta. Una especie,

*Gymnura altavela* (LINNAEUS) 1758, posee una o dos espinas cerca de la raíz de la cola; la otra, *G. micrura* (BLOCH et SCHNEIDER) 1801, carece de ellas. No hemos encontrado ni la una ni la otra en la región, pero como suelen frecuentar bahías y estuarios, es posible que se hayan presentado aquí, por lo menos ocasionalmente.

No prestan utilidad económica, ni presentan peligro para los bañistas y pescadores, ya que la cola de *G. altavela* es demasiado corta para formar una arma eficaz, y *G. micrura* no tiene armamento.

*Familia Myliobatidae.*

Dos de los géneros de esta familia concurren en el mar Caribe, uno de ellos, con una sola especie, habita normalmente en la región.

*Clave de los géneros:*

- a. Una sola serie de dientes en la mandíbula. La superficie dorsal del disco es de color oscuro, con abundancia de manchas blancas ..... Genus *Actobatus* BLAINVILLE, 1816.
- aa. Normalmente hay siete series de dientes arriba y abajo. Lado dorsal del disco sin manchas claras ... Genus *Myliobatis* CUVIER, 1817.

XVII. Genus *Actobatus* BLAINVILLE, 1816.

Una sola especie en el mar Caribe; otra en el oriente.

- 26. *Actobatus narinari* (EUPHRASEN) 1790. "Chucho", "raya pintada".

Esta especie es muy fácil de distinguir por su coloración, la forma del disco, que parece alado, y por su modo de moverse. Diferente de las especies de *Dasyatis*, esta raya suele nadar muy activamente y algunas veces da brincos mayores que su propio largo, encima de la superficie del mar.

Crece mucho: un ancho del disco de dos metros no es raro, y se conocen con seguridad ejemplares de 2½ metros. Las rayas pintadas muy grandes raras veces son capturadas. Su fuerza es tremenda. Un ejemplar de poco más de metro y medio de ancho y un peso correspondiente de unos 60 kilogramos, ha sido capaz de arrastrar una lancha de 6 metros de largo durante varios minutos; es fácil de adivinar lo que puede un ejemplar de 2,2 metros de ancho, 50 cm. de espesor del disco y un peso por encima de 200 kilogramos.

Esta es la única especie de raya que comúnmente se utiliza como alimento humano en la región, aunque no se puede decir que es de importancia económica. Tampoco es suficientemente numerosa ni fácil de capturar.

Como su alimentación consiste en su mayor parte en moluscos bivalvos, sus estragos pueden ser serios en costas donde se cultivan ostras, ostiones y margaritiferas.

Se dice que las heridas causadas por la espina a raíz de la cola son sumamente dolorosas, como son generalmente las de todas las rayas. En la *Actobatus*, sin embargo, la espina está situada tan cerca del disco que no existe gran peligro de una herida, excepto cuando una persona la está manoseando descuidadamente.

Aunque con frecuencia se encuentra en la vecindad de la costa, no entra en estuarios ni en las bocas de los ríos con la frecuencia que lo hacen algunas especies de *Dasyatis*; aparentemente prefiere agua de salinidad completa o casi completamente marina.

Las dos especies del género *Myliobatis* existentes en el mar Caribe, o no visitan la región o lo hacen con muy poca frecuencia; no hemos visto ejemplares ni recibido información fidedigna sobre ellas. En *M. fremin-villi* LESEUER 1824, la base de la pequeña aleta dorsal es tan larga, o casi tan larga, como la distancia entre las fosas nasales exteriores, y está situada inmediatamente detrás de las aletas pélvicas; en *M. goodiei* GARMAN 1885, la base de la aleta dorsal es notablemente más corta, y la aleta está situada a más de su propio largo detrás de las terminaciones de las aletas pélvicas.

*Familia Rhinopteridae.*

El único género de esta familia, genus *Rhinoptera* CUVIER, 1829, tiene por lo menos un representante,

*Rh. bonasus* (MITCHILL) 1815, en el mar Caribe, pero no tenemos hasta ahora ninguna información sobre su ocurrencia en la región, ni en otras partes de la Costa Atlántica de Colombia.

*Familia Mobulidae.*

A esta familia pertenecen tres géneros. Uno de ellos, *Ceratobatis* BOULENGER 1897, se conoce solamente por un ejemplar, el tipo capturado en Jamaica. Los otros dos géneros son prácticamente cosmopolitas en aguas tropicales y subtropicales, aunque muestran decidida preferencia por la vecindad de las costas.

*Clave de los géneros*

- a. Boca inferior.
  - b. Dientes presentes arriba y abajo.....
  - bb. Dientes presentes arriba solamente.....  
..... Genus *Mobula* RAFINESQUE, 1810.  
.. Genus *Ceratobatis* BOULENGER, 1897.
- aa. Boca terminal, grande. Dientes en la mandíbula solamente .... Genus *Manta* BANCROFT, 1828.

*Nota:* Es muy difícil formarse una opinión sobre la frecuencia de las *Mantas* en la Costa Atlántica de Colombia. Indudablemente existen dos especies muy diferentes, pero los pescadores no las distinguen, aunque en realidad la diferencia se advierte a primera vista. Ambas son indudablemente raras.

XVIII. Genus *Mobula* RAFINESQUE, 1810.

- 27. *Mobula hypostoma* (BANCROFT) 1831. "Manta", "Manta chica".

Esta especie se diferencia de *Mobula mobular* (BONNATERRE) 1788, del Mediterráneo y de la costa occidental de Africa, por no tener ninguna espina en la cola, y por varias otras características.

*M. hypostoma* crece hasta un ancho aproximado del disco de 1,2 metros. Ocurre desde Carolina del Norte hasta Brasil, pero en ninguna parte es lo suficiente común para tener importancia económica, aunque se considera comestible.

Una sola vez hemos visto un ejemplar, entre la boca del Río Sinú y la isla Ceysén, nadando en la superficie.

XIX. Genus *Manta* BANCROFT, 1828.

- 28. *Manta birostris* (DONNDORFF) 1798. "Manta".

Es esta la raya más grande del mundo, alcanza dos veces un ancho del disco de cerca de siete metros y un peso de casi dos toneladas. Se observa generalmente nadando o flotando en la superficie; cuando nada, algunas veces la punta de una aleta pectoral, o de ambas, salen fuera del agua. Aparentemente, la Manta vive de crustáceos y peces, tal vez también de plankton. A pesar de su tamaño gigante y su fuerza tremenda, las mantas son pacíficas, pero un ejemplar atacado y herido puede destruir o dar vuelta a un bote durante sus esfuerzos para escapar.

Algunas veces se observan pares de Mantas dando series de tremendos brincos fuera del agua, aparentemente jugando.

Raras veces se capturan estos peces gigantes, ya que se necesita un equipo especial y una embarcación relativamente grande para poder dominarlos.

Hemos observado la especie en la región (incluyendo el Golfo de Morrosquillo), solamente tres veces.

## BIBLIOGRAFIA

AGASSIZ, L.

1838 Poissons Fossiles., 3, 91. París.

BANCROFT, J.

1928 Zoological Journal, 4, 1828. Washington.

BIGELOW, H., et SCHROEDER, W.

1943 Proc. New Engl. zool. Cl., 22, 1943.

1944 Proc. New Engl. zool. Cl., 23, 1944.

1948 Fishes of the Western North Atlantic. Part I. New Haven.

1953 Fishes of the Western North Atlantic. Part II. New Haven.

BLAINVILLE, J.

1816 Bull. Soc. Philom. Paris, 1816.

BLOCH, M. E. et SCHNEIDER, J. G.

1801 Systema Ichthyologiae iconibus ex illustratum. 2 vols. Berlin.

BONNATERRE, J. P.

1788 Tableau encyclopédique et méthodique des Trois Règnes de la Nature. Ichthyologie. Paris.

BOULENGER, G. A.

1897 Ann. Mag. Nat. Hist. (6) 20. London.

CANTOR, H.

1849 Journ. Asiat. Soc. Beng., 18, 1849, Calcutta.

CUVIER, G.

1817 Le Règne Animal distribué d'après son Organisation. 2 vols. Paris.

CUVIER, G. et VALENCIENNES, A.

1828-49 Histoire Naturelle des Poissons. 22 vols. Paris.

DONNDORFF, F.

1798 Zoologische Beiträge, 3, 1798. Berlin.

DUMERIL, A.

1865-70 Histoire Naturelle des Poissons. 2 vols. & atlas. Paris.

EUPHRASEN, E.

1790 Handl. Kungl. Vetensk. Acad. 11, 1790. Stockholm.

GARMAN, S. W.

1877 On the Pelvis... of Selachians. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., XIX, Boston.

1880 Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard. 6, 1880.

1913 Mem. Harvard Mus. Comp. Zool., 36, 1913.

GILL, TH. N.

1863 Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 1863.

HENLE, F. G. J.

1834 Annales Sciences Naturelles, Zoologie, (2), II, 1834.

HILDEBRAND, S. F. et SCHROEDER, W. C.

1928 Bull. U. S. Bur. Fish., 43 (1), 1928.

JORDAN, D. S. et GILBERT, C. H.

1880 Proc. U. S. Nat. Mus. 3, 1880.

JORDAN, D. S. et STARKS, E. CH.

1895 Proc. Calif. Acad. Sci., (2), 5, 1895.

LATHAM, G.

1794 Trans. Linn. Soc. London, Zool., 2, 1794.

LESEUER, J.

1817 Journ. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, I, 1817.

1818 Journ. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, III, 1818.

1822 Journ. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, II, 1822.

1824 Journ. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, IV, 1824.

LINK, A. F.

1790 Mag. Physik. Naturges. Gotha, 6, (3), 1790.

LINNAEUS, C.

1758 Systems Naturae, et. 10, Holmiae, 1758.

MITCHILL, H.

1815 Trans. Lit. Philos. Soc. N. Y., I, 1815, New York.

MÜLLER, J. et HENLE, J.

1837 Sitsber. Akad. Wiss. Berlin, 1837.

1841 Systematische Beschreibung der Plagiostomen, Berlin.

OLFERS, J. F. M. von.

1831 Die Gattung *Torpedo* etc. Berlin.

POEY, F.

1860 Memorias, II, Habana 1860.

1861 Memorias, II, Habana 1861.

1868 Repert. Fisico-nat. Cuba. Habana, 1866-68.

RAFINESQUE, G.

1810 Carratt. Gen. Spec. Sicil., Naples, 1810.

RANZANI, A. C.

1839 Nov. Comment. Acad. Sci. Bologna, IV, 1839.

RICHARDSON, J.

1836 Fauna Boreal. Amer., III, 1836.

SCHULTZ, L. P.

1949 Proc. U. S. Nat. Mus., V. 99. N° 3235, 1949.

SPRINGER, J.

1941 Proc. Florida Acad. Sci., 5, 1941.

1944 Journ. Washington Acad. Sci., 34, 1944.

VALENCIENNES, A.

1822 MEM. Mus. Hist. Nat. Paris, 9, 1822.

WALBAUM, J. J.

1792 Petri Artedi Genera Pisc. Emend. Berlin.

WERNER, F.

1904 Zool. Jahrbuch, System. Abt., 21, 1904.

WHITLEY, G.

1939 Australian Zoologist., v. 9, pt. 3, 1939.

# ESTUDIOS SOBRE VIRUS TRANSMITIDOS POR ARTROPODOS EN COLOMBIA

HERNANDO GROOT\*

## 1. INTRODUCCION

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

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

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Las zonas estudiadas

Las encuestas serológicas en el hombre se hicieron durante el período de 1956 a 1961, en cuatro áreas geográficas y ecológicas diferentes, a saber: la zona selvática vecina a Acandí en el Golfo de Urabá, el Valle del Alto Magdalena, el Valle del Magdalena Medio y los Llanos Orientales. Los detalles sobre las fechas de san-

gría y sobre algunas características de estas áreas se han resumido en el Cuadro N° 1.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2.2 Los sueros

Las muestras de sangre se recogieron en condiciones de estricta asepsia y se refrigeraron inmediatamente después. Tan pronto como fue posible, unas veces en el

campo y otras en el laboratorio de Bogotá, se separaron los sueros y se inocularon inmediatamente a ratones lactantes por vía intracerebral, si se intentaba hacer aislamiento de virus. Si se trataba de demostrar anticuerpos, los sueros se congelaban a -20°C hasta el momento de realizar las pruebas respectivas.

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

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

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

## 2.3 Virus utilizados

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

## 2.4 Pruebas usadas

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

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

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

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

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

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

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

### 3. RESULTADOS Y COMENTARIOS

#### 3.1 Resultados generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En la zona rural de Barrancabermeja, que corresponde al fondo del valle del río Magdalena y se continúa, hacia el este, con las zonas rurales del Municipio de San Vicente de Chucurí, examinamos 160 individuos que habían sido vacunados 6 a 8 meses antes con vacuna de 17 D por escarificación (16). Como era de esperarse, los resultados de las pruebas NT para fiebre amarilla mostraron una alta positividad: 95%. En cuanto a los demás agentes B, el aspecto inmunológico general, detallado en el Cuadro N° 3, es claramente indicativo de actividad de Bussuquara, St. Louis, Ilheus y, posiblemente, Dengue. La mayor actividad entre estos virus corresponde a Bussuquara. La prevalencia de anticuerpos para Guaroa también es muy alta: 47%. Asimismo se registra una tasa elevada de anticuerpos para Mayaro: 24%.

*Llanos Orientales, zona de pie de monte.* La totalidad de los sueros de esta zona se sometieron a pruebas HI, con los resultados que se presentan en el Cuadro N° 4. Este cuadro muestra que la mayoría de los sueros, el 52%, reaccionó con el antígeno de fiebre amarilla, cepa 17 D. De los sueros estudiados, 698 fueron probados con 4 antígenos. Los resultados, que se muestran en el Cuadro N° 5, son muy indicativos de que, además del virus de fiebre amarilla o de la vacuna contra esta enfermedad, en la región ha habido actividad del virus Ilheus. Estos resultados se confirman con los de las pruebas de neutralización, resumidos en el Cuadro N° 2. Los resultados de las pruebas HI para Ilheus y para 17 D se analizan según la edad y el sexo en el Cuadro N° 8, el cual muestra una prevalencia de anticuerpos ligeramente mayor en los hombres, pero sin ser estadísticamente significativas las diferencias. La distribución de las pruebas positivas para HI corresponde con la que se observa en regiones donde se ha vacunado contra la fiebre amarilla en forma intensa.

En el Cuadro N° 7 se estudió la frecuencia de los sueros positivos cuádruples en HI con antígenos de 17 D; JSS, Ilheus y Dengue, para averiguar si había diferencias que indicaran mayor o menor actividad viral en las regiones del pie de monte y de la sabana y bosques. El cuadro muestra, en la zona de pie de monte, una menor actividad en el municipio de Medina. Asimismo la actividad de virus parece ser mayor en la zona de sabana y de bosques que en la de pie de monte.

Por lo que hace a otros virus, es notable la prevalencia de anticuerpos para el virus Guaroa (58%, según se ve en Cuadro N° 2) y la baja tasa de positividad con VEE.

*Llanos Orientales, zona de sabana y de bosque.* Tanto las pruebas NT, presentadas en el Cuadro N° 2 como las HI, mostradas en el Cuadro N° 6, indican exposición anterior a los virus de fiebre amarilla (infección o vacunación) y al virus Ilheus.

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

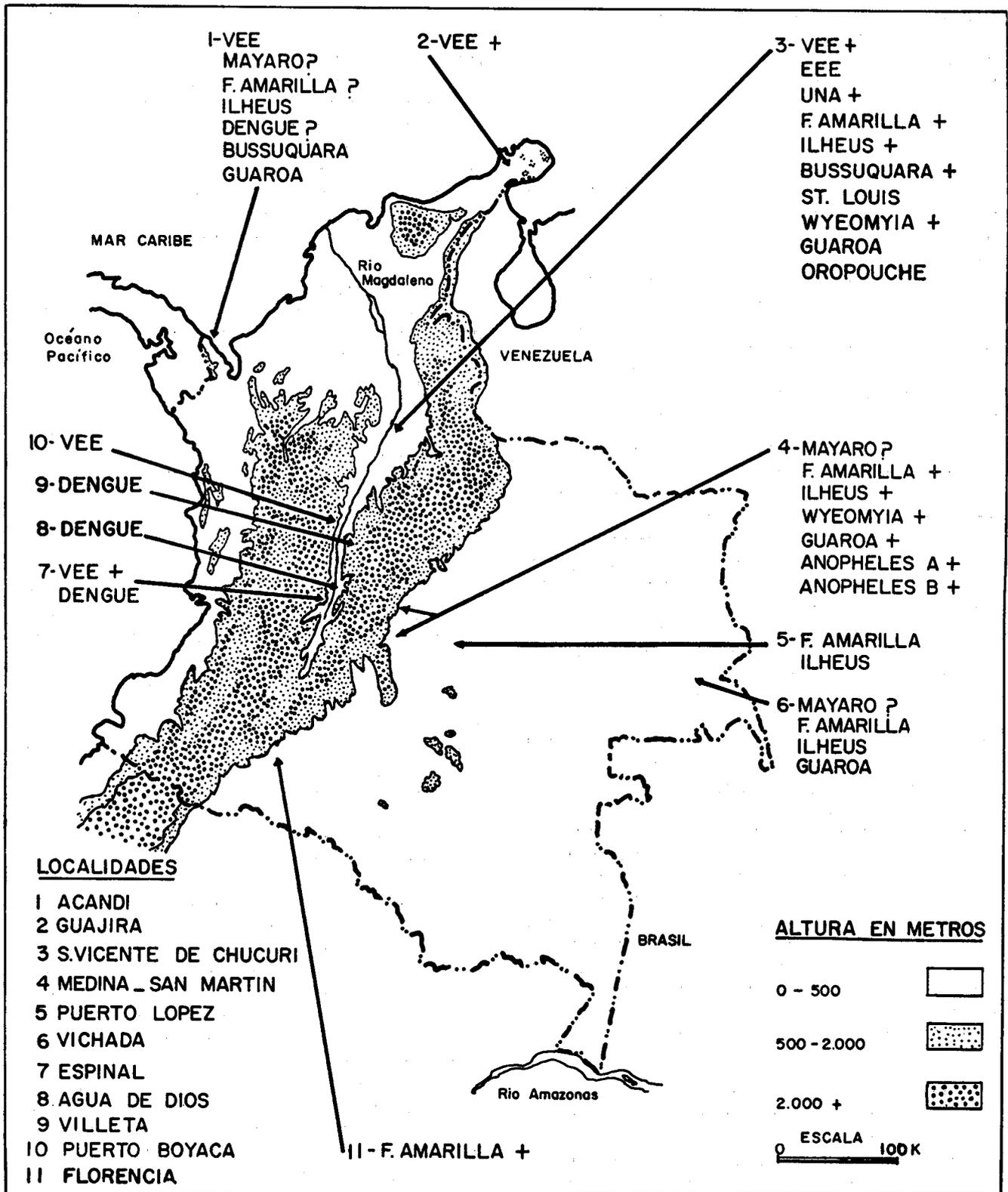


Fig. 1—Mapa de Colombia con indicación de 11 localidades donde se ha registrado actividad de virus arbo, a juzgar por las encuestas serológicas de 1956 a 1961 y por los aislamientos de virus. (Notas: El signo "+" indica que el virus fue aislado allí. El signo "?" muestra que los datos serológicos no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

**Resumen.** En la figura N° 1 se presenta el resumen de la situación: actividad marcada de fiebre amarilla (o vacunación) Guaroa e Ilheus en el Golfo de Urabá, Magdalena Medio y los Llanos; VEE en el Golfo de Urabá y el Magdalena Medio; Dengue en el Alto Magdalena; Bussuquara y St. Louis en el Magdalena Medio y en el Golfo de Urabá; y, finalmente, Mayaro o un virus similar, en el Golfo de Urabá, el Magdalena Medio y los Llanos Orientales.

### 3.2 Los distintos virus

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

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

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

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

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

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

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

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

usando suero anti-Mayaro, sin diluir, de alto título. El Dr. Max Theiler (20) estudió las cepas colombianas de "Mayaro" comprobando que, por prueba HI, se diferenciaban de las clásicas de Trinidad y que correspondían a un virus muy similar al Mayaro, el virus Una. Posteriormente, en pruebas de neutralización con los mismos sueros inmunes, pero diluidos al 1:200, comprobamos las diferencias entre las cepas colombianas inicialmente clasificadas como Mayaro y las de Mayaro aisladas en Trinidad. Un ejemplo de estas pruebas de neutralización, suficientemente demostrativo de los experimentos hechos, se presenta en el Cuadro N° 29. En este experimento se comparó la cepa de Mayaro de Trinidad con la cepa N° 43332, aislada en Colombia.

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

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

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

Diez de 72 personas residentes en la zona de pie de monte de los Llanos Orientales mostraron anticuerpos para Mayaro. Es posible, pues, que este virus, o el virus Una, u otro muy similar desde el punto de vista antigénico, haya estado presente en la región. Lo mismo puede decirse de Amanavén, donde 3 indios, sobre un total de 5, mostraron anticuerpos para Mayaro. Estos datos, sobre posibilidad de adquirir anticuerpos para este virus en la selva, están en acuerdo con el hallazgo de un cuadro inmunológico atribuible a Mayaro (o a un virus muy similar) en 3 monos de la región del pie de monte, sobre un total de 5, y en 4 de 12 monos capturados

en el área de sabana y bosque, según se indica en el Cuadro N° 28. En estos doce animales no se encontró evidencia de infección pasada con VEE. Este hallazgo contrasta con el de San Vicente, donde, de 22 monos, 6 indicaban infección previa con Mayaro, 8 con VEE, 2 con EEE y 2 con algún agente indeterminado del grupo A de Casals.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Durante 1957 y 1958 estudiamos también algunas aves de San Vicente de Chucurí, para investigar anticuerpos

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

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

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

cuerpos HI para antígenos del grupo B en estas localidades donde el dengue ha sido endémico.

El cuadro de anticuerpos para el dengue es un tanto diferente en el Magdalena Medio. En San Vicente, la prevalencia de anticuerpos, en personas que han vivido toda su vida en el lugar, es de 3% en las estribaciones y de 4% en el fondo del valle. En la parte rural de Barrancabermeja es del 5%. Aunque faltan datos sobre la prevalencia del *A. aegypti* en estas áreas antes de 1925, hay seguridad de que el mosquito no se ha encontrado allí en el curso de los últimos 38 años. Estas zonas rurales están, sin embargo, en fácil comunicación con varias poblaciones de la orilla del río Magdalena, donde, puede presumirse, el dengue era común hasta hace unos pocos años, cuando fue erradicado el *A. aegypti*. Aceptando que los anticuerpos se debieran a infección previa por el virus, lo más probable es que las infecciones fueran adquiridas en las poblaciones donde el mosquito era común.

En la zona de pie de monte de los Llanos Orientales nunca se ha encontrado *Aedes aegypti*. Doce personas residentes en esta zona mostraron anticuerpos neutralizantes para el dengue. Sin embargo no se sabe con precisión si ellas hubieran vivido en otros lugares.

*Ilheus*. Este virus se ha aislado cinco veces de *Psorophora ferox* capturadas en el área del fondo del valle, en la zona de San Vicente. Dos aislamientos se hicieron en 1958, dos en 1959, uno en 1960 y uno en 1961. También el virus fue aislado por Bernal (25), de un pool de varios mosquitos no identificados, recolectados en la zona de pie de monte de los Llanos Orientales, cerca de Villavicencio, durante 1961. Se encuentra una alta prevalencia de anticuerpos para *Ilheus* en el Golfo de Urabá, en los Llanos Orientales y en la zona del fondo del valle, en el Magdalena Medio. En esta última zona la positividad es ligeramente mayor en los hombres que en las mujeres de San Vicente, pero la diferencia no es estadísticamente significativa.

Esta observación está de acuerdo con la de Downs *et al* (26), en Trinidad, quien explica la mayor incidencia en el hombre por mayor exposición de éste al virus en el bosque, debido principalmente a actividades ocupacionales.

Entre los habitantes de la zona rural de Barrancabermeja, sin embargo, no hay diferencias notables en las tasas de positividad, según los sexos, tal como aparece en el Cuadro N° 22.

Es interesante notar que las tasas de positividad para *Ilheus* varían notablemente de un grupo a otro de individuos, aún dentro de un área relativamente pequeña. Un ejemplo de esto es la variación en las tasas de positividad observadas en los habitantes de los distintos grupos de casas estudiados en lo largo de la carretera de Barrancabermeja a San Vicente, según se explicó anteriormente, y que se muestra en la figura N° 2. Esta distribución irregular de anticuerpos puede deberse a distribución irregular del mosquito vector y puede indicar condiciones ecológicas diferentes, dentro de una zona que a primera vista parece uniforme.

Considerado el tiempo de residencia de los dadores, no hay pruebas de que el virus haya mostrado actividad en el Alto Magdalena. El hallazgo de anticuerpos en 5 personas del área urbana de Villeta es difícil de expli-

car, a menos que se presuma que adquirieron los anticuerpos en algún lugar diferente de Villeta.

*St. Louis*. El virus de St. Louis no se ha aislado hasta ahora en Colombia. Sin embargo, los estudios serológicos han mostrado la presencia de anticuerpos en residentes del Magdalena Medio. Varios de los sueros positivos para St. Louis por NT no mostraban anticuerpos para otros virus del grupo B. Por esta razón presumimos que el agente debe encontrarse en Colombia. Es interesante informar también que encontramos anticuerpos neutralizantes para este virus en un pájaro, entre 140 capturados en San Vicente de Chucurí. El ejemplar positivo era *Thamnophilus punctatus*. Recientemente el virus se aisló en la parte oriental de Panamá (27).

*Bussuquara*. Este virus perteneciente al grupo B de Casals, fue aislado por primera vez en el Brasil, cerca de Belem, de la sangre de un mono centinela (28). En Colombia, Bussuquara se ha aislado dos veces, en 1959 y en 1960, de *Culex spp* capturados en las zonas selváticas del fondo del valle, en San Vicente y Barrancabermeja. Aunque el virus no se ha aislado aún de seres humanos, sus anticuerpos sí se han demostrado en el hombre, en residentes del Golfo de Urabá y de Barrancabermeja. En el Cuadro N° 21 se presentan los resultados de las pruebas de neutralización hechas en esta última localidad, de acuerdo con la edad y el sexo de los donantes. La positividad aumenta con la edad. Veintinueve de los donantes vivían cerca de la zona donde el virus aisló y 139 lejos de las mismas. Entre los primeros, la tasa de positividad fue del 52%; entre los últimos, 17%. No creemos que, en estas personas de Barrancabermeja, los resultados de las pruebas NT con Bussuquara, lo mismo que aquellas con *Ilheus*, Dengue 2 y St. Louis hayan sido influidos por el hecho de estar los donantes vacunados contra la fiebre amarilla.

*Guaroa*. El virus se aisló por primera vez por Groot y colaboradores en 1956, de la sangre de personas en aparente buen estado de salud, en la localidad de Guaroa, situada en los Llanos Orientales, en la zona de transición entre el área de pie de monte y la región de sabanas y bosques (5). Los individuos infectados habían llegado a Guaroa corto tiempo antes de ser sangrados.

Dos años más tarde aislamos de nuevo el virus a partir de la sangre de un individuo apirético que residía en Chichimene, a 30 kilómetros de distancia de Guaroa, dentro de la misma área ecológica.

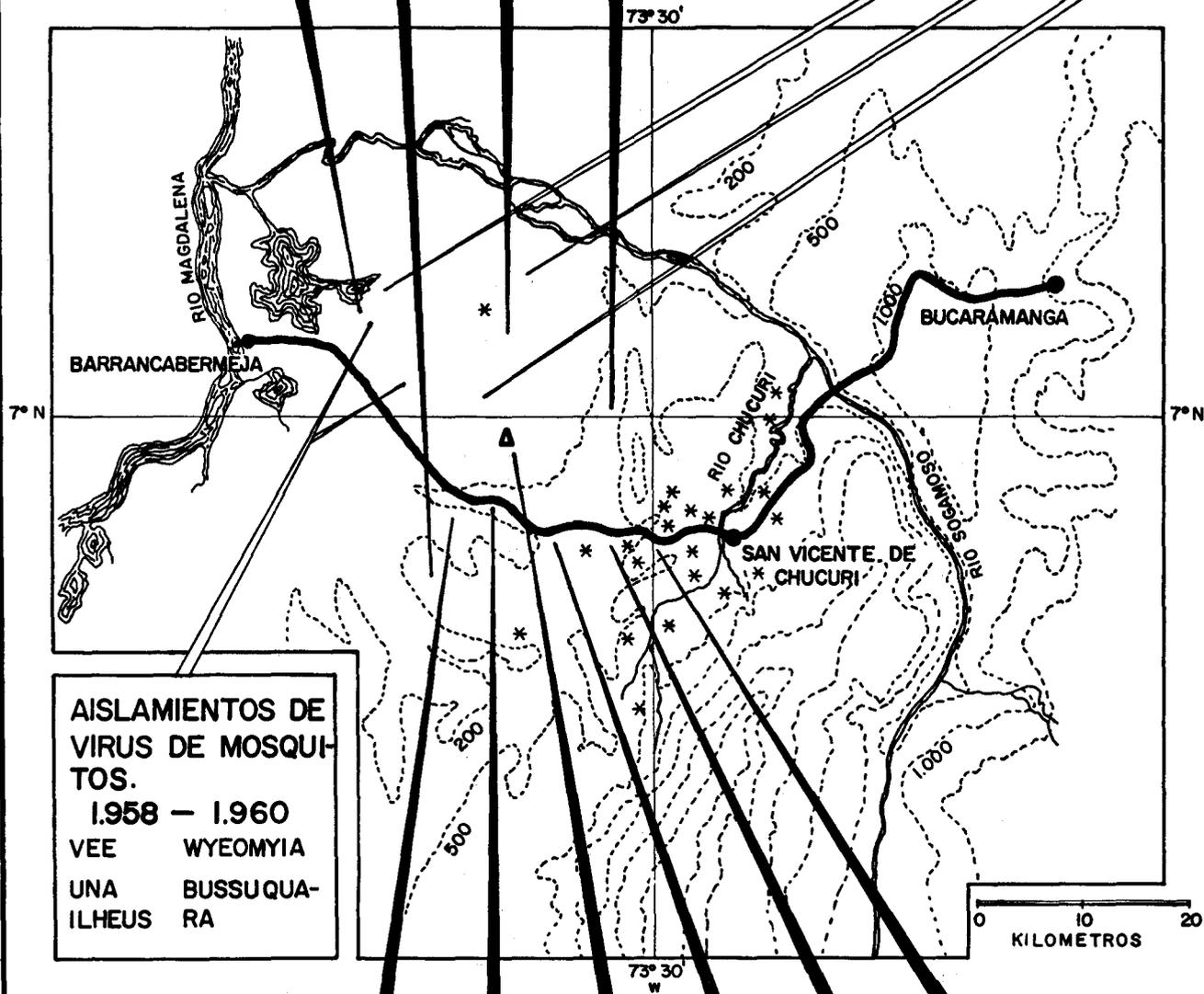
El virus ha mostrado una gran actividad en estas zonas, a juzgar por los resultados de las pruebas NT. De los 110 sueros colectados en Guaroa en 1956, 48 (44%) dieron resultado positivo, tal como se informa en el Cuadro N° 26. En Chichimene, se encontraron anticuerpos en 10 de 29 personas examinadas durante 1958. En diciembre de 1960 se hizo una nueva encuesta entre 81 residentes de Guaroa y de las zonas vecinas, encontrándose una rata de anticuerpos del 64%. Los 81 residentes comprendían 9 personas que habían vivido toda su vida en la región, 2 niños recién llegados y 70 adultos nacidos en otra parte, con tiempo de permanencia variable. Las 9 personas que habían vivido toda su vida en la región dieron resultado positivo, lo mismo que uno de los dos niños recién llegados. Entre los adultos, nacidos en otras partes, y con tiempos de residencia variables, 42, o sea 60%, mostraban anticuerpos neutralizantes para virus Guaroa. Al analizar estos resultados

**ANTICUERPOS EN EL HOMBRE , 1.960**

	PEROLES	YARIMA	TEMPEST.	TAGUALES
MAYARO	48	14	30	16
ILHEUS	23	9	8	12
DENGUE -2	3	5	8	0
S. LOUIS	13	5	5	0
BUSSUQUARA	52	16	14	22
GUAROA	77	49	26	39

**ANTICUERPOS EN MONOS, 1.957**

	PEROLES	LIZAMA	M. DE CAB.
MAYARO	20	11	50
ILHEUS	0	0	0
DENGUE -2	0	11	0
F. AMARILLA	75	67	75
OROPOUCHE	0	67	0
VEE	20	55	25



**AISLAMIENOS DE VIRUS DE MOSQUITOS. 1.958 - 1.960**

VEE	WYEOMYIA
UNA	BUSSUQUARA
ILHEUS	RA

VEE	33	20	71	27	28	10
ILHEUS	20	0	13	27	5	55
GUAROA	57	67	88	60	69	0
<b>ANTICUERPOS EN EL HOMBRE EN 6 LUGARES 1.957</b>						

\* PRINCIPALES LUGARES DONDE SE HAN PRESENTADO CASOS HUMANOS DE FIEBRE AMARILLA  
 Δ LUGAR DONDE VEE HA SIDO AISLADO DEL HOMBRE.

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

de los adultos, de acuerdo con el tiempo de residencia, tal como se ha hecho en el Cuadro N° 23, se advierte que la positividad aumenta con el tiempo de residencia.

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

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

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

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

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

El Cuadro N° 26 resume los resultados de las pruebas NT con virus Guaroa, de acuerdo con las características de las localidades estudiadas y con la historia del virus en la región.

*Virus Wyeomyia.* El primer aislamiento de este virus se hizo en Colombia, a partir de ejemplares de *Wyeomyia melanocephala* capturados en la zona de pie de monte de los Llanos Orientales (3). Más recientemente el agente fue aislado en Trinidad de *Aedes sca-*

*pularis*, *Psorophora albipes*, *Limatus durhami* y *Trichoprosopon longipes* (32) y en el Brasil de mosquitos sabethine y de un "pool" de *Aedes sexlineatus*, *A. septemstriatus* y *A. serratus* (33).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 4. RESUMEN

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

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

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

#### AGRADECIMIENTOS

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

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

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

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Organización Mundial de la Salud, 1961. Virus transmitidos por Artrópodos. Informe de un Grupo de Estudio. Informe Técnico N° 219, Ginebra.
2. Scott, H. H., 1939. A history of Tropical Medicine. Edward Arnold and Co., London.
3. Roca-García, M., 1944. "The isolation of three neurotropic viruses from forest mosquitoes in Eastern Colombia". J. Inf., Diseases, 75: 160-169.
4. Soriano-Lleras, A., and Figueroa, L., 1942. Aislamiento de un virus de caballo atacado de "peste loca", Boletín del Instituto Nacional de Higiene (Bogotá), N° 8: 4-15.
5. Groot, H., Oya, A., Bernal, C., and Barreto, P., 1959. Guaroa virus, a new agent isolated in Colombia, South America. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 8: 604-609.
6. Groot, H., Morales, A., and Vidales, H., 1961. Virus isolations from forest mosquitoes in San Vicente de Chucurí, Colombia. Am. J. Trop. Med. & Hyg., 10: 397-402.
7. Smithburn, K. C., Kerr, J. A., and Gatne, P. B., 1954. Neutralizing antibodies against certain viruses in the sera of residents of India. J. Immunol., 72: 248-257.
8. Sawyer, W. A. & Lloyd, W., 1931. The use of mice in tests of immunity against yellow fever, J. Exp. Med., 54: 533-555.
9. Casals, J. 1963. Relationships among arthropod-borne animal viruses determined by cross-challenge tests. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 12: 587-596.
10. Clarke, D. H., and Casals, J., 1958. Techniques for hemagglutination and hemagglutination-inhibition with arthropod-borne viruses. Am. J. Trop. Med. & Hyg., 7: 561-573.
11. Groot, H., Kerr, J. A., Sanmartín, C., and Vidales, H., 1959. Antibodies to yellow fever and other arthropod borne viruses in human residents of San Vicente de Chucurí, Santander, Colombia. Am. J. Trop. Med. & Hyg., 8: 175-189.
12. Sanmartín, C., and Dueñas, A. 1959. Hemagglutination-inhibition and neutralization tests for the Venezuelan Equine Encephalomyelitis Virus. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 8: 346-348.
13. Valencia, J. M., 1960. Anticuerpos para dengue y otros virus en Villeta, Cundinamarca. Universitas Medica, 5: 406.
14. Hernández, A., 1959. Anticuerpos para el virus de la Encefalitis Equina

- Venezolana y para otros virus en El Espinal y Girardot, Colombia. Tesis, Universidad Javeriana, Bogotá.
15. Sanmartín, C., Groot, H., and Osorno, E., 1954. Human epidemic in Colombia caused by the Venezuelan Equine Encephalomyelitis Virus. *Am. J. Trop. Med. and Hyg.*, 3: 283-293.
  16. Groot, H. y Gast, A., 1964. Observaciones sobre la vacuna de virus 17D para fiebre amarilla por escarificación cutánea. (Para ser publicado).
  17. Barei, S., 1961. Información personal.
  18. Sanmartín, C., 1960. Información personal.
  19. Vidales, H., 1963. Información personal.
  20. Theiler, M., 1962. Comunicación personal.
  21. Gast-Galvis, A., 1958. Incidencia de la fiebre amarilla en diferentes zonas de Colombia, *Bol. Of. San. Pan.*, 44: 10-19.
  22. Kerr, J. A., Roca-García, M., and Bugher, J. C., 1960. Naturally acquired yellow fever immunity in Muzo, Colombia. *Am. J. Trop. Med. and Hyg.*, 9: 18-28.
  23. Boshell, J., 1956. El avance de la fiebre amarilla selvática hacia el noroeste de la América Central. *Bol. Of. San. Pan.*, 40: 400-407.
  24. Trapido, H., and Galindo, P., 1956. The epidemiology of Yellow Fever in Middle America. *Parasitological Reviews*, 5, 285-323.
  25. Bernal, C., 1961. Información personal.
  26. Downs, W. G., Anderson, C. R., Aitken, T. H. G., and Delpeche, K. A., 1956. Notes on the epidemiology of Ilheus virus infection in Trinidad, *B. W. I. Caribbean Med. J.*, 18: 74-79.
  27. Galindo, P., De Rodaniche, E., and Johnson, C. M., 1959. St. Louis Encephalitis in Panama. I. Isolation of the virus from Forest Mosquitoes and Human Blood. *Am. J. Trop. Med. and Hyg.*, 8: 557-60.
  28. Gómez, G., and Causey, O. R., 1959. Bussuquara, a new Arthropod-Borne virus. *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, 101: 275-279.
  29. Causey, O., 1960. Comunicación personal.
  30. Whitman, L., 1960. Comunicación personal.
  31. Peralta, P. H., y Galindo, P., 1961. Comunicación personal.
  32. Aitken, T. H. G., 1960. A survey of Trinidadian Arthropods for Natural Virus Infections (August, 1953 to December, 1958). *Mosquito News*, 20: 1-10.
  33. Causey, O. R., Causey, C. E., Maroja, O. M., and Macedo, D. G., 1961. The isolation of arthropod borne viruses in the Amazon region of Brazil including members of two hitherto undescribed serological groups, 10: 227-258.
  34. Morales, A., y Vidales, H., 1962. Distribución de mosquitos selváticos en San Vicente de Chucurí, Colombia. *Lozania*, N° 13, págs. 3-16.
  35. Downs, W. G., 1961. Comunicación personal.
  36. Anderson, C. R., Spence, L., Downs, W. G., and Aitken, T. H. G., 1961. Oropouche virus: a new human disease agent from Trinidad, West Indies. *Am. J. Trop. Med. and Hyg.*, 10: 574-578.
  37. Bugher, J. C., 1951. The mammalian host in yellow fever. Chapter in *Yellow Fever*. Edit. G. K. Strode. McGraw-Hill New York, page 360.
  38. Anderson, C. R., Spence, L. P., Downs, W. G., and Aitken, T. H. G., 1960. Manzanilla Virus: a new virus isolated from the blood of a howler monkey in Trinidad, *W. I. Am. J. Trop. Med. and Hyg.*, 9: 78-80.
  39. Boshell, J., and Bevier, G. A., 1958. Yellow fever in the Lower Motagua Valley, Guatemala. *Am. J. Trop. Med. and Hyg.*, 7: 28-35.

CUADRO Nº 1

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

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

<sup>x</sup> Indios habitantes de la selva.

<sup>xx</sup> Comprende 52 de Medina; 118 de Apiay, 243 de Villavicencio, 115 de Acacías, 63 de San Martín, 110 de San Carlos de Guaroa y 140 de varias localidades.

+ Incluye 9 sueros del Guaviare y 33 de Casanare.

CUADRO Nº 2

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

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

<sup>x</sup> Número de positivos / número de examinados; % = porcentaje de positivos.

<sup>xx</sup> Localidad urbana; las restantes rurales.

CUADRO Nº 3

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

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

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

CUADRO Nº 4

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

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

\* R: Nº positivo / Nº examinado. \*\* Porcentaje de positivos.

CUADRO Nº 5

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

Fiebre amarilla 17 D	Fiebre amarilla JSS	Ilheus	Dengue 2	Nº
Px	P	P	P	70xxx
P	P	P	Nxx	10
P	P	N	P	18
P	P	N	N	163
P	N	N	N	74
P	N	N	P	3
P	N	P	P	19
P	N	P	N	11
N	P	N	N	2
N	N	P	N	9
N	N	N	N	319
Total				698

Total de positivos con antígeno FA, 17 D = 368 (51%)  
 Total de positivos con antígeno FA, JSS = 263 (38%)  
 Total de positivos con antígeno Ilheus = 119 (17%)  
 Total de positivos con antígeno Dengue 2 = 113 (16%)

x P = Positivo  
 xx N = Negativo

xxx Títulos promedios en este grupo: 17 D = 3.3  
 JSS = 2.9  
 Ilheus = 2.9  
 Dengue 2 = 2.7

CUADRO Nº 6

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

Fiebre amarilla 17 D	Fiebre amarilla JSS	Ilheus	Dengue 2	Nº
Px	P	P	P	13xxx
P	P	Nxx	N	14
P	N	N	P	1
P	N	N	N	3
P	N	P	N	1
N	N	P	P	1
N	N	P	N	2
N	N	N	N	34
Total				69

Total de positivos con FA, 17 D = 32 (46%)  
 Total de positivos con FA, JSS = 28 (41%)  
 Total de positivos con Ilheus = 17 (25%)  
 Total de positivos con Dengue 2 = 15 (22%)

x P = Positivo  
 xx N = Negativo

xxx = Títulos promedios en este grupo 17D: 3.2  
 JSS: 2.5  
 Ilheus: 2.8  
 Dengue: 2.2

CUADRO Nº 7

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

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

<sup>x</sup> Nº de sueros positivos cuádruples / Nº total de sueros.  
<sup>xx</sup> Porcentaje de sueros positivos con los cuatro antígenos.

CUADRO Nº 8

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

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

CUADRO Nº 9

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

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

P = Positivo I = Inconcluyente N = Negativo

CUADRO Nº 10

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

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

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

CUADRO Nº 11

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

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

\* Relación: Nº positivo / Nº examinado.

CUADRO Nº 13

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

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

P = Positivo I = Inconcluyente N = Negativo

CUADRO Nº 12

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

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

\* Comprobadas por el estudio microscópico del hígado.

xx Datos hasta febrero 1964.

CUADRO Nº 14

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

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

\* Relación: número positivo / número examinado.

CUADRO Nº 15

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

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

\* Relación: número positivo / número examinado.

CUADRO Nº 16

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

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

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

CUADRO Nº 17

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

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

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

CUADRO Nº 18

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

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

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

CUADRO Nº 19

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

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

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

CUADRO Nº 20

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

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

x Nº positivo / Nº examinado

CUADRO Nº 21

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

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

x Nº positivo / Nº examinado

CUADRO Nº 25

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

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

x Relación: Nº positivo / Nº examinado

CUADRO Nº 22

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

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

x Nº positivo / Nº examinado

CUADRO Nº 23

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

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

x Número positivo / número examinado

CUADRO Nº 24

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

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

x Número positivo / número examinado

CUADRO Nº 26

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

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

<sup>x</sup> La única información dice: "soldados muy recientemente llegados al lugar".  
<sup>xx</sup> Pos. = Positivo Inc. = Inconcluyente Neg. = Negativo

CUADRO Nº 27

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

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

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

CUADRO Nº 28

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

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

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

CUADRO N° 29

Indices de neutralización (log.) de sueros inmunes anti-Mayaro y anti-43332 probados, tanto sin diluir como diluidos al 1/200, con virus Mayaro y con virus 43332<sup>a</sup>.

Sueros sin diluir	Virus Mayaro	Virus 43332
Suero anti-Mayaro	≥ 6.9	≥ 4.0
Suero anti-43332	3.3	≥ 4.2

Sueros diluidos de 1:200 <sup>b</sup>	Virus Mayaro	Virus 43332
Suero anti-Mayaro	5.9	1.4
Suero anti-43332	0.8	3.6

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

<sup>b</sup> Diluciones hechas con suero normal. Los mismos sueros se probaron en ambos experimentos.

CUADRO N° 30

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

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

<sup>a</sup> En las 4 localidades la composición de los grupos estudiados según la edad y el sexo es similar. Por lo tanto los resultados son enteramente comparables.

Las cuatro localidades consideradas se encuentran todas dentro de un área aproximada de 200 kilómetros cuadrados.

En la figura N° 2 se indican los lugares de Peroles donde se hicieron los aislamientos de virus.

Las tres localidades restantes se encuentran localizadas a una distancia no mayor de 20 kilómetros del sitio de Peroles, en línea recta.

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

<sup>c</sup> En estos lugares no se han hecho intentos de aislamiento de virus.

<sup>d</sup> En estos lugares se han intentado aislamientos de virus a partir de mosquitos, con resultados negativos.

+ R = Relación: N° positivo / N° examinado. <sup>xx</sup>% = Porcentaje de casos positivos.

# GEOMORFOLOGIA ANALITICA DE LOS PERFILES FLUVIALES LONGITUDINALES

LUIS GUILLERMO DURAN S.

Profesor de Geología. Laboratorio de Geología Experimental, Facultad de Geología, Universidad Nacional.

## I — INTRODUCCION

*"Aún siendo errónea, una hipótesis puede servir eficazmente al progreso con tal que esté basada en nuevas observaciones y marque una dirección original al pensamiento científico. Y en todo caso la explicación rechazada por falsa, siempre tendrá una ventaja: la de restringir, por exclusión, el campo de lo imaginable, eliminando soluciones inaceptables y causas de error..."*

Santiago Ramón y Cajal (1897).

La Geomorfología, antiguamente llamada Fisiografía, o sea la rama de la Geología que se ocupa del estudio del relieve terrestre, o de las formas de la tierra, más exactamente, ha entrado francamente en una fase analítica durante los últimos 15 ó 20 años. Cuando en 1942 intentábamos una interpretación matemática del perfil longitudinal de las corrientes de agua en equilibrio, la idea podía parecer a la mayoría de nuestros colegas un tanto fuera de lugar, pues la Geomorfología de entonces, que acababa de ser sistematizada en excelente forma por el profesor Lobeck en Norte América, y unos cuanto años antes por de Martonne en Europa, tenía un carácter esencialmente descriptivo.

Analizados por nosotros unos cuantos perfiles longitudinales de ríos y quebradas en varias regiones colombianas, hallamos que algunas de ellas, especialmente en el Norte de Santander y en el Tolima, podían asimilarse a una parábola. Con base en este hecho, y las consideraciones que se detallarán en su lugar, formulamos la hipótesis de que dichos perfiles tienden a alcanzar la forma parabólica en su fase de equilibrio, y puntualizamos las consecuencias prácticas (ingeniería) y teóricas (geomorfología) que la hipótesis implicaría (11).

No creemos hoy día, después de verificar más análisis de perfiles en nuestro Laboratorio de Geología Experimental de la Facultad de Geología de la Universidad Nacional, que la hipótesis pueda generalizarse por completo, pero nos resistimos a admitir que los casos comprobados sean meras coincidencias, y por tanto nos decidimos a publicar el trabajo, invocando el apoyo filosófico sintetizado en el epígrafe de Cajal que encabeza esta introducción, y pensando que este ensayo puede servir de estímulo a otros investigadores, y ojalá también a nuestros alumnos, para estudiar más a fondo el problema. Creemos, resumiendo, que si la hipótesis de la parábola no es generalizable, y sólo se cumple en algunas regiones, tal vez pueda hallarse otro tipo de curva, con una ecuación más complicada, que podría llegar a generalizarse, circunscribiendo así el fenómeno a un determinado marco analítico, de acuerdo con la moderna tendencia o filosofía en la Geomorfología, tal como ésta se refleja en los trabajos de Horton (17), Macar (25), Birot (2), Schumm (35), Strahler (37, 38, 39), Scheidegger (33), Leopold (21, 22, 23) y

otros. Respecto del criterio analítico que sugerimos en el capítulo V, queremos llamar la atención sobre el hecho de que, en forma similar, ha sido propuesto e introducido sistemáticamente en la Geología Física moderna en la obra del profesor Garrels (15, p. 63).

Por lo demás, nos han alentado recientemente a la publicación del trabajo, en la segunda etapa de su desarrollo, los conceptos de los profesores Derruau, de Clermont-Ferrand, y Sparks, de Cambridge, con quienes hemos consultado los aspectos del problema relativos a la interpretación parabólica de los perfiles longitudinales y sus implicaciones tectónicas.

En cuanto a la primera etapa de la investigación, queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento hacia muchos de nuestros superiores, colegas y amigos que en diversas ocasiones nos prestaron ayuda y nos ofrecieron valiosas sugerencias. Entre ellos queremos destacar los nombres de los Sres. J. O. Bower y R. B. Wheeler, y los Dres. W. C. Hatfield, J. W. Butler, Jr., Benjamín Alvarado, Roberto Sarmiento Soto, Vicente Suárez Hoyos, Gilberto Botero Restrepo, Padre J. E. Ramírez, y el lamentado Dr. Jorge Alvares Lleras. Especial mención nos merecen el Dr. Luis Wiesner, quien nos ayudó en la parte matemática de la aplicación de la hipérbola a un grupo de perfiles (cuyos detalles omitimos en el trabajo en gracia a la brevedad) y Dn. José Patiño Ariza, quien gentilmente elaboró la mayor parte de las ilustraciones.

## II — DIVERSAS INTERPRETACIONES DEL PERFIL LONGITUDINAL

El perfil longitudinal de los ríos ha sido estudiado en relación con los problemas de ingeniería hidráulica. No obstante, en las fórmulas deducidas de esas investigaciones para la curva general del perfil, ha sido indispensable introducir términos y coeficientes cuya naturaleza depende directamente de condiciones locales y particulares, probablemente íntimamente relacionadas con el complicado proceso de la sedimentación aluvial.

H. Sternberg (34, Vol. I, p. 146) ha desarrollado una ecuación para el perfil longitudinal de una corriente sobre la base de la pérdida de peso de los cantos rodados transportados, pérdida que se expresa por la relación:

$$P = P_0 \cdot e^{-cs} \quad (1)$$

en la cual  $P_0$  es el peso del canto al comienzo de la distancia recorrida  $s$  y  $c$  es el coeficiente de erosión específica, o sea la pérdida de peso de un canto que pesa 1 kg. después de ser transportado por la corriente a la distancia de 1 metro. El valor mínimo de este coeficiente es 0.0000033 para el cuarzo, y el máximo es 0.0000100 para la piedra caliza, según una tabla que da

Schoklitsch (34, Vol. 1). La ecuación así encontrada para el perfil longitudinal es:

$$Z - Z_0 = \beta (1 - e^{-cs}) \quad (2)$$

en la cual  $Z$  y  $Z_0$  son las elevaciones sobre el nivel del mar de dos puntos en el lecho de la corriente, separados por la distancia  $S$  (Fig. 1),  $\beta$  es un coeficiente y  $c$  tiene el mismo significado que en (1).

En la fórmula que precede se supone que la pendiente de la corriente es proporcional al tamaño del material detrítico, o, en otras palabras que:

$$J = \frac{dZ}{dS} = a P_0 e^{-cs} \quad (3)$$

siendo  $a$  un coeficiente. Supone también Sternberg (14, pág. 575) que el ancho medio de la corriente,  $B$ , aumenta aguas abajo proporcionalmente a la cantidad de agua o gasto  $Q$ , o en otras palabras que  $q$  es una constante en la expresión  $Q/B = q$ .

La primera de las dos suposiciones citadas invalida la fórmula del perfil longitudinal para las secciones superiores del cauce, pues es solamente en la sección inferior donde la reducción del tamaño de los cantos se debe solamente al desgaste. De esto se infiere que la ecuación de Sternberg para el perfil longitudinal es aplicable solamente en los casos en que los coeficientes son determinables, y a condición de que se trate de un sector bajo del cauce. Esto último significa, como es obvio, que la ecuación en referencia no puede proporcionar una representación adecuada del perfil entero de la corriente. Como representación parcial puede ser verdadera, pero como interpretación total de la curva es inadecuada.

El Dr. Bucher (4, p. 54) sugiere la idea de la curva hiperbólica cuando dice que el relieve terrestre se "acerca asintóticamente al mar". Por su parte el profesor C. A. Cotton (5, p. 47) y E. de Martonne (27, Vol II, p. 552) dicen que los perfiles longitudinales de las corrientes en equilibrio se asimilan a curvas hiperbólicas. Aun cuando ninguno de estos autores da detalles sobre las aplicaciones de las fórmulas de la hipérbola a los perfiles reales, nosotros interpretamos finalmente esta aplicación mediante fórmulas que no incluimos aquí en gracia a la brevedad, pero que nos permitieron analizar varios perfiles. De todos los casos estudiados solamente el del río Perucho (Tolima), cuyo perfil se enseña en la figura 2, coincidió con la hipérbola. Este perfil fue construído con base en los mapas del Instituto Geográfico Militar.

Finalmente, el profesor F.G.H. Blyth (3, p. 8) dice que el perfil de equilibrio de las corrientes se acerca a una curva de la forma:

$$y = a - k \log(p - x) \quad (4)$$

en donde  $a$  y  $k$  son constantes,  $z$  es la altura de un punto sobre el datum,  $x$  su distancia a la desembocadura y  $p$  la longitud total de la corriente. Agrega que la parte superior del río Mole tiene un perfil que se asimila a esta curva haciendo:  $a = 241.5$  y  $k = 65$ , y que se ha encontrado que curvas semejantes se acomodan a los ríos Towy, Dart y Otter. Como puede verse, la ecuación en cuestión adolece de defectos semejantes a los que señalamos para las fórmulas de Sternberg, esto es,

necesidad de determinar coeficientes que sin duda dependen de condiciones y características locales.

### III — INTERPRETACION PARABOLICA DEL PERFIL LONGITUDINAL

#### a) La ley general.

Basándonos en la simple observación de muchos perfiles longitudinales y en consideraciones mecánicas elementales como las que sugieren de Martonne (27, Vol. II, p. 554) y Passarge (30, p. 84), cuyos esquemas reproducimos en las figuras 4 y 5, supusimos que el perfil longitudinal de las corrientes cortas en equilibrio sería parabólico, en general, y procedimos a comprobarlo mediante la medición y análisis de perfiles en las regiones del Norte de Santander y del Tolima, sobre las cuales podíamos disponer de datos adecuados (Fig. 11).

La parábola es una curva de la forma:  $x^2 = ay + b$ , cuyos puntos pueden calcularse por las ecuaciones (Fig. 3):

$$y = \frac{Hx^2}{D^2} ; \quad x = \sqrt{\frac{D^2 y}{H}} \quad (5, 6)$$

En el caso de las corrientes, el eje de la curva se supone vertical, siendo el vértice  $A$  el punto donde el lecho alcanza el nivel de base (final o local), es decir, el punto en donde su pendiente es prácticamente nula, o sea la desembocadura. En esta interpretación matemática se halla implícita la idea fundamental de que la corriente fluye sobre rocas esencialmente homogéneas, pues las irregularidades introducidas por la dureza diferencial de las rocas del lecho invalidan el carácter general de la ley, así como también lo invalida el desarrollo de depósitos aluviales de alguna consideración, lo cual restringe la ley a las corrientes pequeñas (ríos pequeños, arroyos, quebradas, etc.). Se supone también que la región no ha sido afectada recientemente por hundimientos o levantamientos orogénicos durante la evolución de la corriente. La condición de "equilibrio" es asimismo fundamental en esta interpretación, y para una definición concisa de lo que ella implica remitimos al lector a la parte V.

La confrontación de un buen número de perfiles longitudinales cuidadosamente seleccionados, con las curvas parabólicas respectivas probó que aquéllos las satisfacían en su mayor parte. Las figuras 6, 7 y 8 muestran tres de estos casos; los círculos representan elevaciones reales, mientras que las pequeñas cruces señalan los puntos calculados con la ecuación (5. Los valores de  $x$  fueron medidos desde las desembocaduras (vértice  $A$  de la parábola) sobre los mapas, siguiendo todas las sinuosidades del curso. Las discrepancias entre las curvas calculadas, dibujadas a trazos, y los perfiles verdaderos, representados por líneas continuas, no exceden del 2 por ciento de la elevación total  $H$  en estos ejemplos.

La corriente de la figura 6 fluye sobre rocas muy homogéneas, y su parábola es casi perfecta. El perfil longitudinal ilustrado en la figura 7 se aproxima también bastante a la curva parabólica a pesar de la dureza diferencial de las rocas del lecho y de algunas complicaciones tectónicas que allí se ilustran. No poseemos datos sobre las condiciones geológicas de la quebrada de la figura 8, cuyo perfil se basa en los datos de los mapas del Instituto Geográfico Militar.

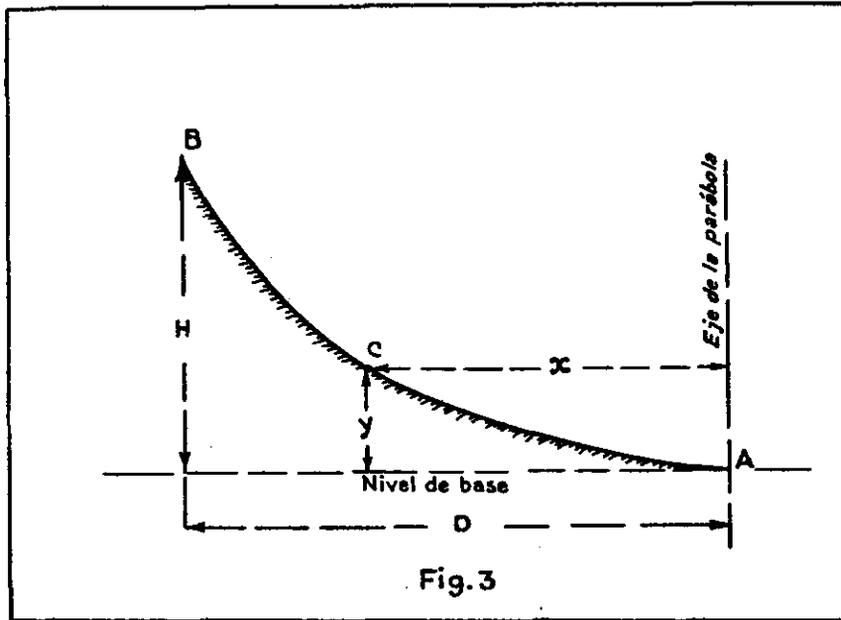


Fig. 3

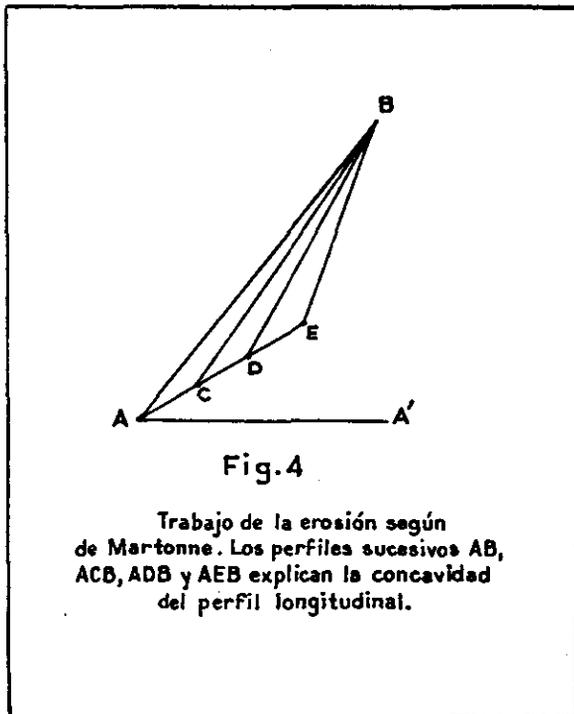


Fig. 4

Trabajo de la erosión según de Martonne. Los perfiles sucesivos AB, ACB, ADB y AEB explican la concavidad del perfil longitudinal.

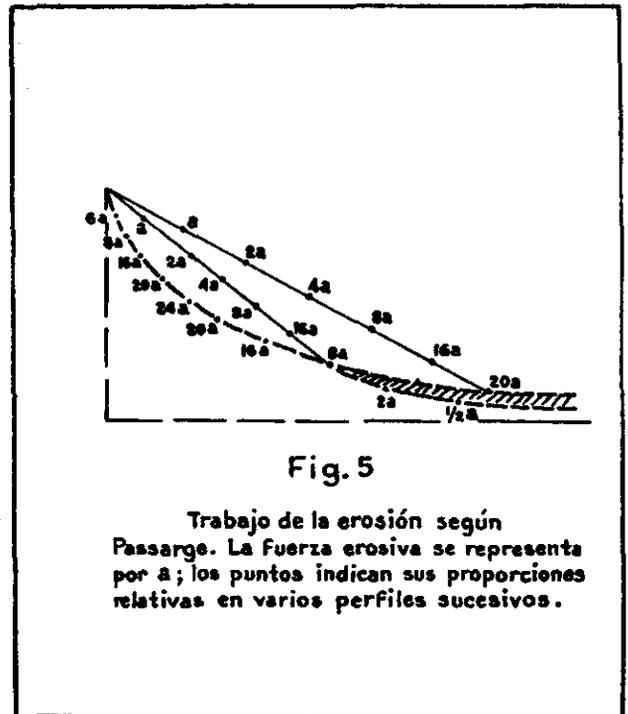


Fig. 5

Trabajo de la erosión según Passarge. La fuerza erosiva se representa por  $a$ ; los puntos indican sus proporciones relativas en varios perfiles sucesivos.

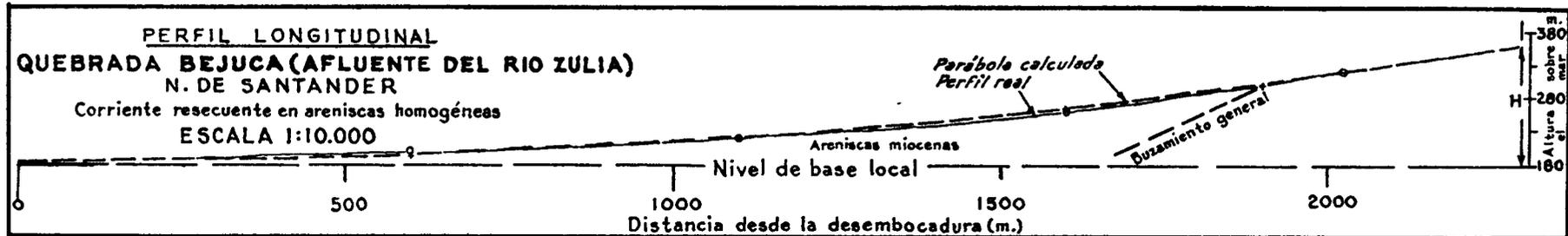


Fig. 6

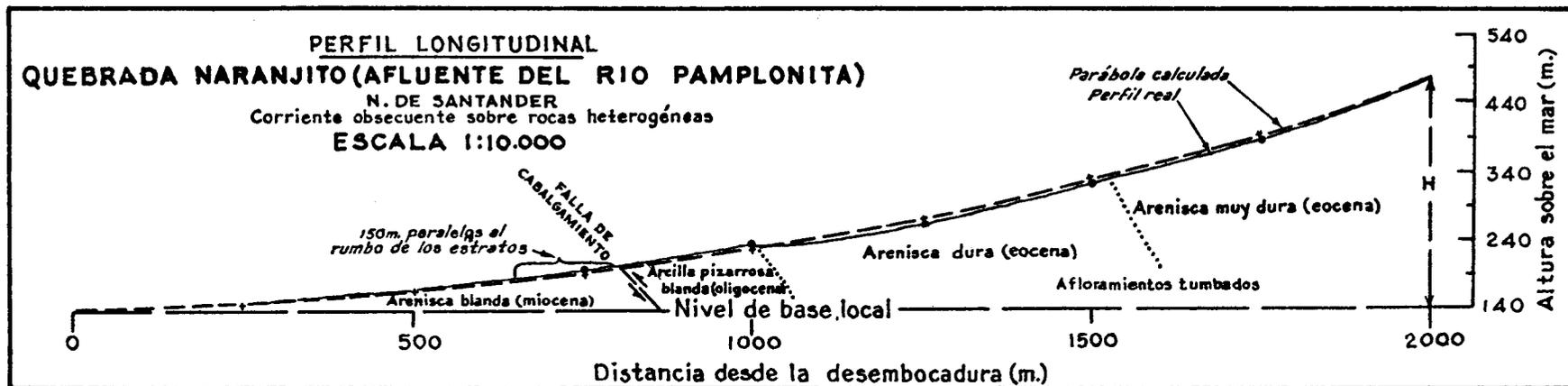


Fig. 7

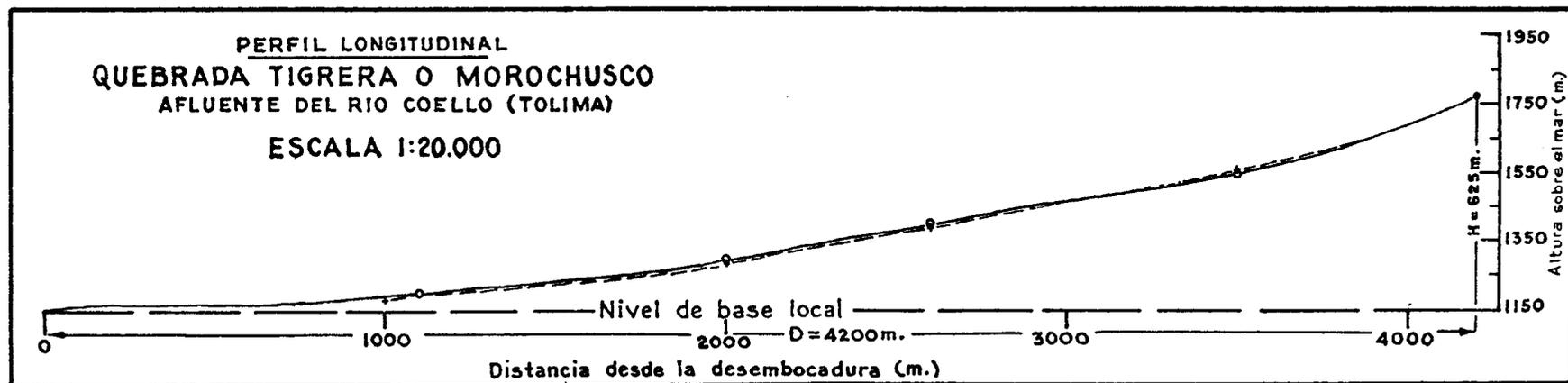
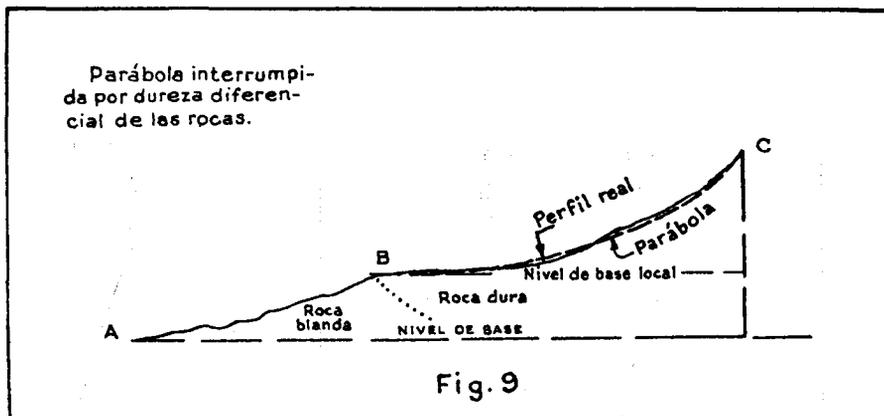


Fig. 8



### b) Estudio de las discrepancias

Con el objeto de entender mejor las discrepancias apreciables de algunos de los perfiles reales con las respectivas parábolas hicimos un detenido examen de cada uno de los casos pertinentes, siempre que dispusimos de información geológica, y encontramos que en algunos de ellos se presentaban notables diferencias en la dureza de las rocas del lecho, mientras que en otros observamos la presencia de fallas que sugerían la posibilidad de movimientos apreciables durante la vida o evolución de los valles afectados. En la figura 9 hemos generalizado el primero de estos dos casos; se encontró que, desechando el sector inferior *AB* del perfil que se halla esculpido en las rocas blandas, el sector superior restante, *BC*, sobre las rocas duras, satisfizo muy aproximadamente la parábola.

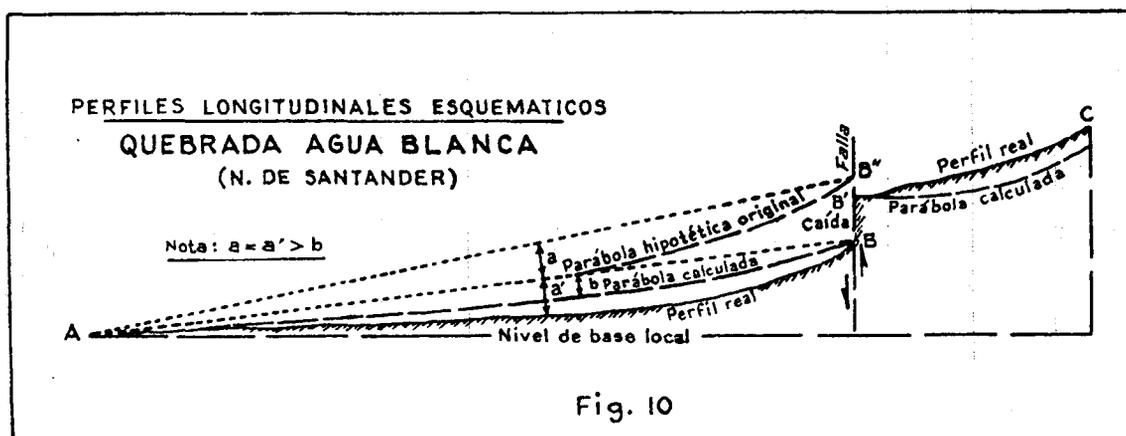
En cuanto al caso de los valles fallados, tomamos para su estudio uno en donde la falla estaba perfectamente reflejada en la topografía, pues originaba una caída o salto de 20 ó 30 metros. Este caso, de la quebrada Agua Blanca, constituye un interesantísimo ejemplo, pues nos ha proporcionado el argumento para sugerir la aplicación b) del análisis a que más adelante nos referimos. El fundamento de dicha aplicación es la posibilidad de inferir el movimiento relativo de los dos bloques de la falla, cuando éste ha ocurrido, total o parcialmente, después de que el valle afectado ha alcanzado el supuesto perfil de equilibrio. El criterio se basa en las consideraciones que siguen.

La figura 10 representa esquemáticamente las condiciones existentes en la quebrada Agua Blanca antes nombrada. La parábola entre *A* y *C* se halla evidentemente destruída por el salto en *BB'*, producido por la falla

cuyos dos labios sufrieron el movimiento relativo que allí se indica. Las parábolas calculadas para cada uno de los sectores de corriente *AB* y *B'C* resultaron, la primera más alta que el perfil real, y la segunda más baja, como puede apreciarse en el esquema. Teniendo en cuenta que la magnitud de las flechas como *a*, *a'* y *b* depende de la diferencia de nivel entre el vértice *A* de la parábola y su punto más alto *B*, para una misma distancia horizontal, puede inferirse que la curva del perfil real *AB*, puesto que tiene una flecha *a'* mayor que la flecha *b* de la parábola calculada, puede ser una curva parabólica, o aproximadamente parabólica, esculpida por la corriente cuando el extremo superior *B* se hallaba más alto, como en *B''*, por ejemplo, antes de que hubiera tenido lugar el desplazamiento *B''B* producido por la falla. De la misma manera puede colegirse que la curva *B'C* debió haber sido una parábola construída por ese sector de la corriente cuando el bloque levantado de la falla ocupaba una posición más baja que la actual (Fig. 11).

Debe advertirse, por supuesto, que el hecho de hallarse el perfil real del sector *B'C* más alto que la parábola calculada no es prueba concluyente de que dicho sector haya sufrido levantamiento, pues bien puede suceder que la erosión no haya terminado su trabajo de equilibrar la corriente alcanzando la parábola. Sin embargo, el argumento cobra mayor fuerza a favor del movimiento ascendente del bloque si se considera el caso conjuntamente con el del bloque inferior *AB* (Figs. 10 y 11).

En resumen, del análisis de la corriente en cuestión se infiere que los dos bloques de la falla se han desplazado relativamente en la forma que la figura indica, conclusión que concuerda con la evidencia geológica.



Es preciso advertir, empero, que esto no significa que todo el movimiento en el plano de la falla haya tenido lugar después de la erosión del valle de la quebrada; por el contrario, la hipótesis aquí propuesta implica la existencia de la falla con anterioridad al desarrollo de la corriente, y la repetición del movimiento en época posterior, relativamente reciente geológicamente hablando, después de que los dos sectores del cauce hubieron alcanzado (total o aproximadamente) su perfil parabólico de equilibrio.

#### IV — POSIBLES APLICACIONES A LA INGENIERIA

##### a) Aplicación topográfica

La asimilación del perfil longitudinal de las corrientes a una curva matemática ofrece un sistema obvio para el cálculo de las elevaciones o cotas del lecho de la corriente. En el caso de la parábola éstas pueden calcularse por medio de la fórmula (5, en función de las distancias desde la desembocadura, medidas sobre el mapa siguiendo todas las sinuosidades del curso ( $x$ ), de la diferencia de nivel entre el punto más bajo y el más alto ( $H$ ), y de la longitud total de la corriente ( $D$ ).

Naturalmente, la interpolación de curvas de nivel en cualquier caso podrá hacerse buscando como control un número adecuado de puntos calculados y convenientemente situados, pero podría también calcularse metódicamente la intersección de cada curva de nivel con el lecho de la corriente mediante la fórmula (6, es decir, calculando su distancia al punto más bajo o desembocadura ( $A$ ). En este caso podrá sistematizarse el procedimiento usando la siguiente expresión deducida de la fórmula (6):

$$x = \sqrt{\frac{D^2}{H}} \times \sqrt{C - A}, \quad (7)$$

en la cual el primer radical sería una constante para cada corriente, y en el segundo entraría la diferencia entre la cota correspondiente a la curva de nivel que se tratara de localizar ( $C$ ) y la cota del punto más bajo ( $A$ ).

La utilidad de la aplicación que se acaba de discutir, a los levantamientos topográficos es obvia, pero nosotros deseamos llamar la atención hacia las posibilidades que ofrece también en el campo de la foto-topografía. En efecto, la posibilidad de aumentar en las fotografías aéreas la densidad del control vertical sin trabajo de campo adicional es un paso muy importante en la solución del difícil problema de la corrección de las distorsiones debidas a los errores de horizontalidad de la cámara fotogramétrica. La índole del presente trabajo, sin embargo, no nos permite entrar en detalles sobre este punto (11).

##### b) Aplicación a las investigaciones sobre diversos proyectos de ingeniería.

Esta aplicación consiste esencialmente en la obtención de datos sobre la estabilidad de la corteza terrestre en las zonas interesadas por proyectos importantes de ingeniería, ya sean éstos de hidráulica, de vías de comunicación, de saneamiento, etc. La clave del problema es la posibilidad de deducir, mediante el análisis de los perfiles

de las corrientes explicado en a), la presencia o ausencia de movimientos en los planos de las fallas, ocurridos en época relativamente reciente, como es la de la evolución de los valles, y que permitan o den fundamento para sospechar que se repitan, dada la naturaleza intermitente que a veces poseen estos fenómenos, durante la vida futura de las estructuras y construcciones que se proyectan, y que puedan ser más o menos afectadas por dichos movimientos. La índole del problema requiere desde luego, que el estudio sea hecho a la luz de los datos geológicos que pueda proporcionar una investigación detallada de esta clase.

Nosotros hemos verificado el análisis colectivo de las corrientes de la región que se ilustra en la figura 12, empleando el mismo criterio explicado en relación con la quebrada Agua Blanca (Fig. 10), y hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1—Los valles de algunas de las corrientes fueron levantados, mientras que otros fueron hundidos, según se indica con símbolos en la figura 12.

2—La disposición relativa de las corrientes levantadas y de las hundidas concuerda íntegramente con los movimientos relativos de las distintas zonas de la región que sugieren las fallas (concordancia cualitativa).

3—La magnitud de los desplazamientos inferidos para los valles de las corrientes guarda íntima relación con sus posiciones relativas entre sí y con respecto al eje imaginario de rotación del bloque limitado por las fallas 1 y 2, según se esquematiza en la sección al lado derecho de la figura (concordancia cuantitativa).

4—La concurrencia concomitante de los factores señalados permite inferir que el bloque entre las fallas transversales normales 1 y 2 ha sufrido, en época relativamente reciente, durante la evolución de los valles de las corrientes, un movimiento aproximadamente giratorio, alrededor del eje indicado en la figura, que se esquematiza en la sección aludida.

Cabe añadir que, puesto que las fallas en la región estudiada han dislocado valles que se suponían ya equilibrados en el Cuaternario (Pleistoceno-Reciente?), en tanto que el origen de aquéllas se remonta a un período próximo en la escala geológica pero separado por centenares de milenios (Mioceno?), puede suponerse que el movimiento de la corteza en los planos de dichas fallas es intermitente (40), y que por lo tanto existe la posibilidad de que se repita en cualquier época próxima o remota. Nada podría predecirse en cuanto a la magnitud de un posible movimiento futuro, pero los ingenieros saben muy bien que bastan unos cuantos centímetros para poner en peligro la estabilidad o la eficiencia de ciertas obras (10, 19, 20, 41), para no hablar de los efectos francamente destructivos o catastróficos.

Es preciso observar también, con respecto al método de análisis propuesto, que su carácter diagnóstico es exclusivamente positivo o confirmatorio, pues si bien de sus resultados positivos se puede inferir que se han presentado movimientos de la corteza, sus resultados negativos no prueban necesariamente lo contrario, ya que la erosión puede, en alguna forma que no es difícil imaginar, destruir o borrar las anomalías y alteraciones del relieve producidas esporádicamente.

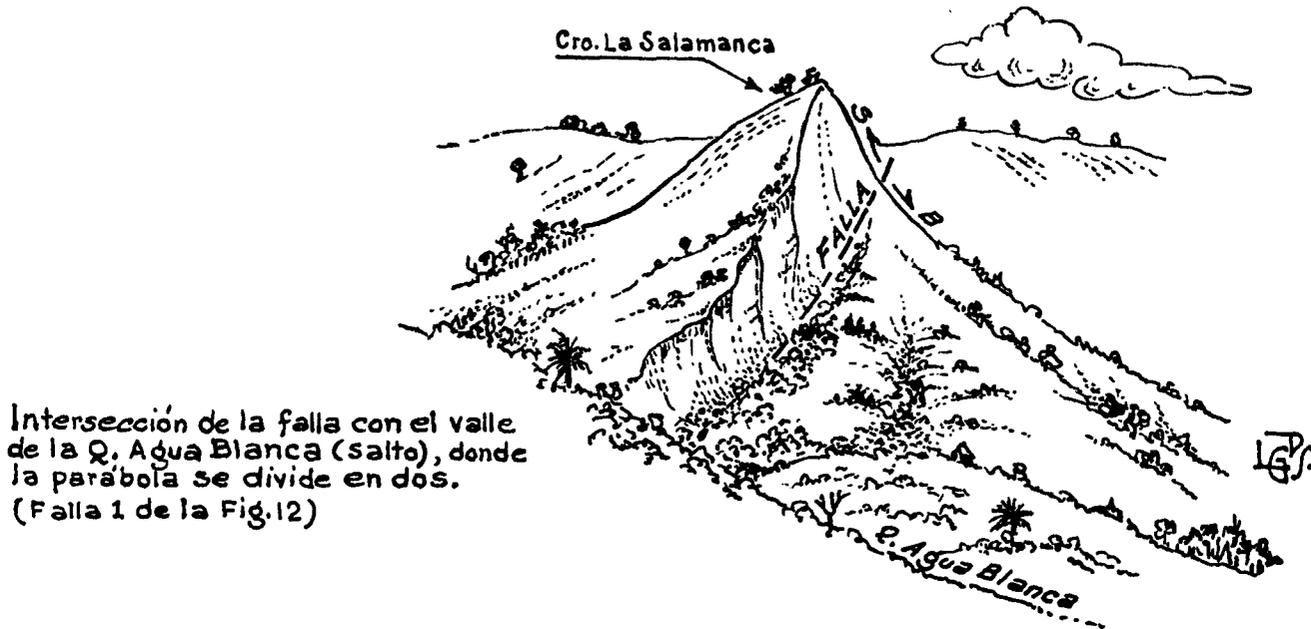
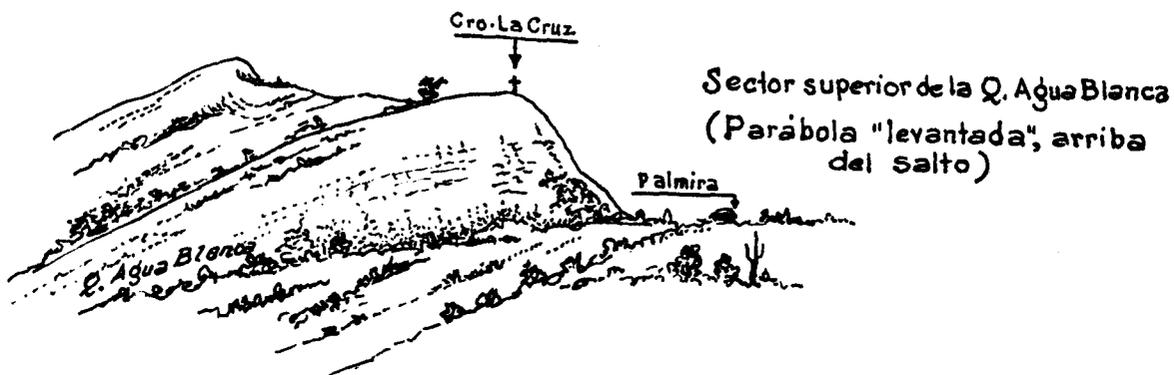
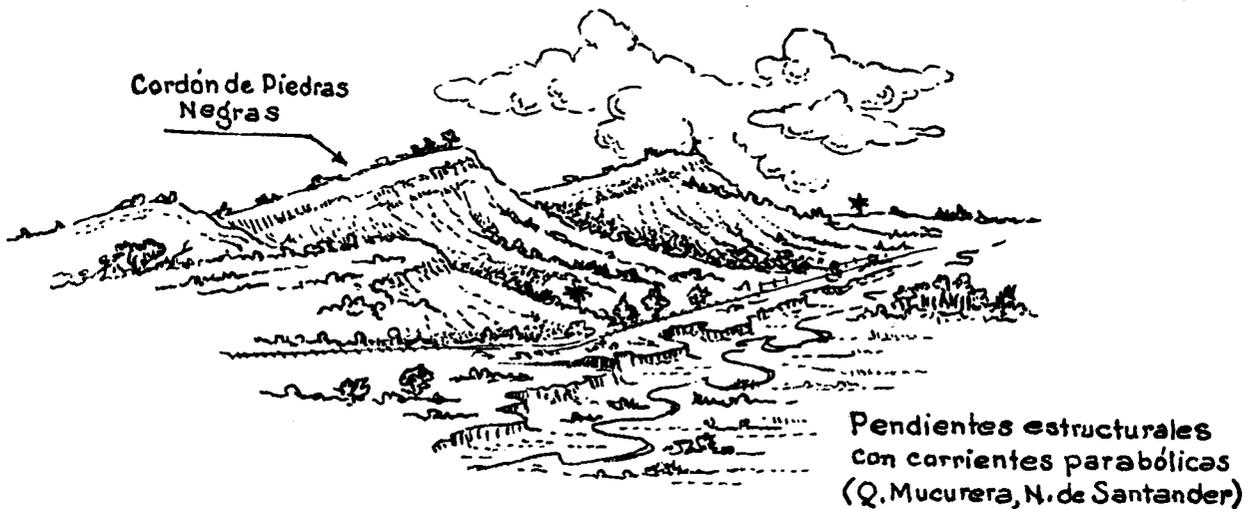


Fig.11- ALGUNOS ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS DE CORRIENTES ANALIZADAS

## V — POSIBLE APLICACION A LA GEOMORFOLOGIA TEORICA

Los conceptos de perfil de equilibrio y nivel de base, según nos dice E. de Martonne, fueron introducidos en la Geología por Dausse y Powell, en 1872 y 1873, respectivamente. Por nivel de base se entiende el nivel que la erosión tiende a alcanzar en su trabajo continuo sobre los continentes; de una manera general, este nivel es el del océano, pero las partes más bajas de las distintas áreas consideradas aisladamente, constituyen niveles de base locales o temporales. Para cada sistema de drenaje su nivel de base local es el del río o corriente principal hacia donde fluyen sus componentes (12, 24, 40).

El perfil de equilibrio de una corriente es aquel que ofrece una pendiente tal que no permite el progreso de la erosión, en tanto que facilita el transporte completo del material procedente de los afluentes. Esta es una definición conveniente, pero la definición concisa y exacta, como lo anota von Engel (13, p. 133), es muy difícil. El perfil de equilibrio en una corriente, una vez alcanzado, se mantiene durante todo el resto de su vida o de su evolución. En las propias palabras del profesor Engel: "el mantenimiento del perfil de equilibrio consiste en una serie infinita y continua de reajustes entre el vo-

lumen, la pendiente, y la cantidad de sedimentos. Estos reajustes se hacen por variaciones y alternaciones en el socavamiento, la sedimentación y el transporte... se refleja en una curva de descenso continuo que, después de alcanzada, se halla continuamente sujeta a modificaciones, pero que siempre se mantiene...".

Si la generalización de la curva parabólica para el perfil de equilibrio de las corrientes es válida para las partes hasta aquí discutidas de este trabajo, creemos que la generalización puede extenderse al dominio de los conceptos teóricos que definen las etapas del ciclo geomórfico. Proponemos simplemente traducir, o especificar en términos matemáticos, lo que hasta ahora se ha venido expresando con términos muy vagos, o apenas aritméticos (5, p. 55).

De acuerdo con W. M. Davis (13, p. 140; 24, p. 161), cuando las corrientes principales (trunk streams) se hallan en equilibrio (graded), se ha alcanzado la temprana madurez; cuando los pequeños afluentes laterales se hallan también en equilibrio, el estado del ciclo es de madurez avanzada; y cuando hasta las corrientes menores intermitentes se han equilibrado, se ha iniciado la vejez. Substituyendo en estas líneas la expresión "en equilibrio" por "perfil parabólico" habremos introducido en la descripción de las características o determinantes

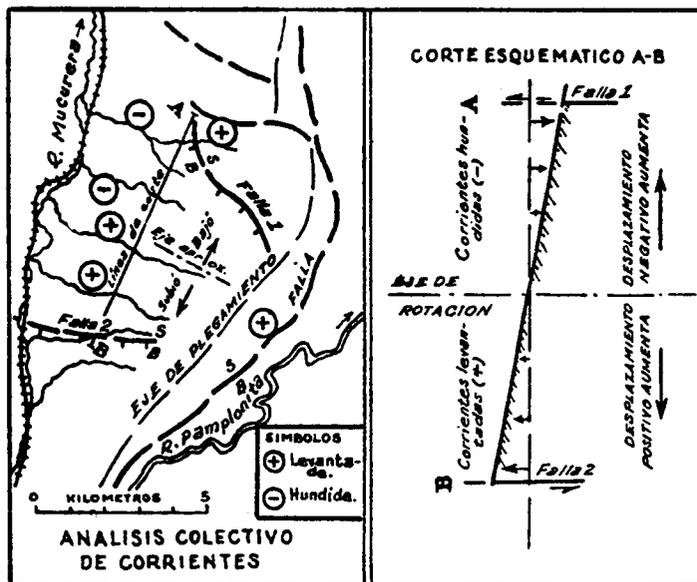


Fig. 12

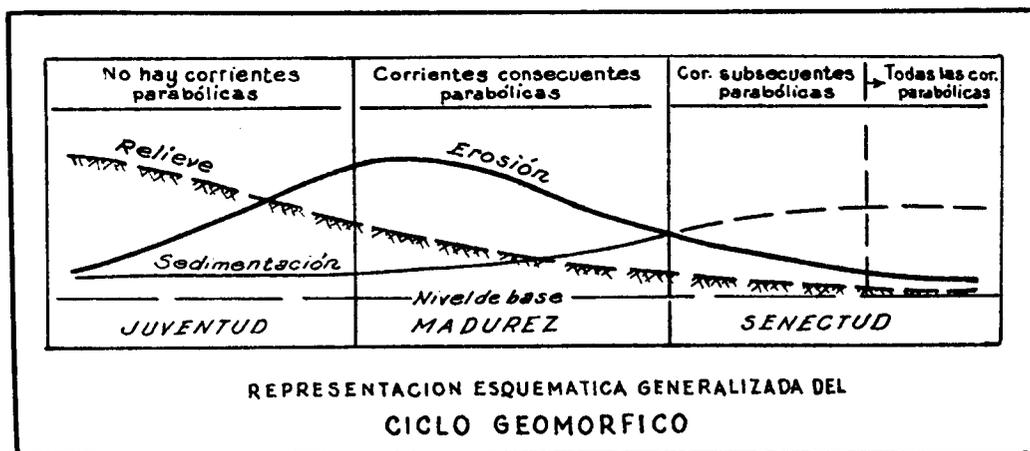


Fig. 13

de las diferentes etapas del ciclo geomórfico un concepto matemático que permitirá proceder analíticamente en los estudios fisiográficos. Pero a fin de hacer más exacta esta apreciación analítica del ciclo geomórfico, preferimos substituir al mismo tiempo los términos descriptivos de las corrientes por sus respectivas denominaciones genéticas, pues creemos que así quedarán debidamente expresadas las relaciones entre las características cualitativas y cuantitativas de los procesos que integran tan complicado como interesante fenómeno. Para la definición y discusión de los diversos tipos genéticos de corrientes remitimos al lector a las obras de Lobeck (24) y Thornbury (40).

De acuerdo con el criterio expresado, creemos que puede esquematizarse el ciclo geomórfico como lo hemos hecho en el diagrama de la figura 13, en el cual, sobre las curvas que expresan las magnitudes relativas de los principales procesos operantes durante el ciclo geomórfico, constructivos y destructivos, se han señalado las distintas etapas en la base y las características determinantes en la parte superior. Obsérvese que simultáneamente con los procesos se muestra en este diagrama la curva representativa del relieve, considerada en cierto modo como la resultante efectiva y la característica más notable de la etapa respectiva en el ciclo. La forma de la curva de la sedimentación puede prestarse a discusión en el sector correspondiente a la senectud, pues podría argüirse que, si la erosión continúa disminuyendo, la sedimentación debería hacer lo mismo; sin embargo, durante la senectud la sedimentación es un factor muy importante, responsable de muchas formas de la tierra del tipo constructivo, debido quizás principalmente a la colaboración que recibe de parte de la meteorización, un proceso que aumenta continuamente durante toda la duración del ciclo. Por lo demás, la representación gráfica de los procesos en el ciclo geomórfico en regiones áridas necesita mayor estudio y consideración, debido al hecho fundamental de la interrupción en la integración del drenaje, hecho que podría requerir una interpretación especial diferente (15).

Para finalizar esta parte de nuestro ensayo relativa a su aspecto teórico, queremos llamar la atención hacia el significado que la aceptación de los principios propuestos, o cualesquiera otros a ellos semejantes, tendrían dentro del desarrollo de las tendencias predominantes en el campo de la Geomorfología. Aun cuando no estamos suficientemente familiarizados con la escuela geomorfológica alemana de Penck, creemos que nuestra tesis vendría a ocupar una curiosa posición entre esta escuela y su rival, la única aceptada en América, o sea la de Davis (7, 8, 31).

Las escuelas de Davis y de Penck se inspiran en principios esencialmente diferentes (13, p. 262). Para la primera de ellas las formas de la tierra de una región dada son la expresión de una etapa que pertenece a una secuencia progresiva; su interpretación correcta permite la localización del fenómeno en el tiempo y en el espacio. Para la segunda, las formas de la tierra son la expresión de la fase y de la razón o relación de solevantamiento de la corteza con respecto al allanamiento o degradación de la misma; el "aufsteigende", "absteigende" y "gleichförmige entwicklung" (desarrollo acelerado, retardado y uniforme) son en cierto sentido procesos que Penck interpreta cualitativa y cuantitativamente por medio del análisis de las pendientes, en el cual actúan a modo de claves las líneas convexas, las cóncavas y las rectas (31).

La dualidad del principio parabólico propuesto residiría por lo tanto, en el hecho de ser esencialmente el análisis de una pendiente, por una parte, en tanto que por la otra estaría ligado al concepto davisiano del ciclo y del consiguiente desarrollo en rigurosa secuencia que él implica (en su concepción teórica ideal, naturalmente) (18, 36).

Pero el objeto de esta observación es algo más que el de señalar una simple posición curiosa. Tratamos de sugerir un punto de contacto o de conciliación, si es que ello no es imposible por otras razones que se nos escapan, entre estas dos grandes tendencias rivales, americana la primera y europea la segunda, en el campo de la Geomorfología. Esta conciliación acaso fuera fecunda para ambas en más de un sentido, a nuestro modo de ver, pero si no lo fuera, tenemos la esperanza de que al menos, como fruto de la tentativa de conciliación, la escuela de Davis podría perder la supremacía dictatorial de que goza en América y que, en nuestra opinión, ha hecho de este gran hombre de ciencia (seguramente muy a pesar suyo) el Aristóteles de esta rama de la Geología, en el sentido en que a éste se refiere Bertrand Russell en sus ensayos sobre crítica histórica de la Ciencia.

## BIBLIOGRAFIA

1. BAULIG, H.,  
"Essais de Géomorphologie", Soc. d'Édition: Les Belles Lettres, Paris, 1950.
2. BIROT, P.,  
"Essai sur Quelques Problèmes de Morphologie Générale", Inst. para Alta Cultura, Lisboa, 1949.
3. BLYTH, F. G. H.,  
"Geology for Engineers", Edward Arnold & Co., London, 1945.
4. BUCHER, W. H.,  
"The Deformations of the Earth's Crust", Princeton Univ. Press, 1934.
5. COTTON C. A.,  
"Landscape as Developed by the Processes of Normal Erosion", Cambridge Univ. Press., 2nd. Ed., 1948.
6. COTTON, C. A.,  
"Tectonic Scarps and Fault Valleys", Bull. Geol. Soc. of America, V. 61, July 1950.
7. DAVIS, W. M.,  
"Die Erklärende Beschreibung der Landformen", B. G. Teubner, Leipzig-Berlin, 1924.
8. DAVIS, W. M.,  
"Geographical Essays", Dover Publ. Inc. (1909) 1954.
9. DERRUAU, M.,  
"Précis de Géomorphologie", Masson & Cie., Paris, 3ème. Ed., 1962.
10. DESIO, A.,  
"Geologia Applicata alla Ingegneria", 2ª Ed., Ulrico Hoepli, Milano, 1959.
11. DURAN, L. G.,  
"Topografía y Fisiografía", Anales de Ingeniería, Soc. Col. de Ingenieros, Bogotá, Dic. 1949.
12. DUTTON. C. E.,  
"The Physical Geology of the Grand Cañon District", U. S. Geol. Survey, 2nd. Annual Rept., 1882.
13. ENGELN, von, O.,  
"Geomorphology", Macmillan Co., N. York, 1942.

14. FORCHHEIMER, Ph.,  
"Tratado de Hidráulica", Labor, Buenos Aires, 1939.
15. GARRELS, R. M.,  
"A Textbook of Geology", Harper & Brothers, N. York, 1951.
16. GOGUEL, J.,  
"Application de la Géologie aux Travaux de l'Ingénieur", Masson & Cie., Paris, 1959.
17. HORTON, R. E.,  
"Erosional Development of Streams and their Drainage Basins", Bull. Geol. Soc. of America, V. 56, March 1945.
18. KING, L. C.,  
"Canons of Landscape Evolution", Bull. Geol. Soc. of America, V. 64, July, 1953.
19. KRYNINE, D. P. - JUDD, W. R.,  
"Principles of Engineering Geology and Geotechnics", McGraw-Hill Book Co., N. York, 1957.
20. LEGGET, R. F.,  
"Geology and Engineering", 2nd. Ed., Mc Graw-Hill Book Co., N. York, 1962.
21. LEOPOLD, L. B., - MADDOCK, Jr., T.,  
"The Hydraulic Geometry of Streams Channels and Some Physiographic Implications", U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 252, 1953.
22. LEOPOLD, L. B., - MILLER, J. P.,  
"Ephemeral Streams - Hydraulic Factors and their Relations to the Drainage Net", U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 271, 1955.
23. LEOPOLD, L. B., - LANGBEIN, W. B.,  
"Association and Indeterminacy in Geomorphology", in "The Fabric of Geology", C. C. Albritton, Jr., Editor, Addison-Wesley Publ. Co., Inc., Reading, Mass., 1963.
24. LOBECK, A. K.,  
"Geomorphology", McGraw-Hill Book Co., N. York, 1939.
25. MACAR, P.,  
"Principes de Géomorphologie Normale", Impr. de l'Académie, Liège, 1946.
26. MACKIN, J. H.,  
"Concept of the Graded River", Bull. Geol. Soc. of America, V. 59, March 1948.
27. MARTONNE, de, E.,  
"Traité de Géographie Physique", 3 vols., Armand Colin, Paris, 1935.
28. MELTON, F. A.,  
"Aerial Photographs and Structural Geomorphology", Journ. of Geology, V. 67, July 1959.
29. NICKELL, F. A.,  
"Development and Use of Engineering Geology", Bull. Amer. Assoc. of Petroleum Geologists, V. 26, Dic. 1942.
30. PASSARGE, S.,  
"Geomorfología", Labor, Barcelona, 1931.
31. PENCK, W.,  
"Morphological Analysis of Land Forms", Macmillan & Co., London (1924) 1953.
32. ROSS, R. M.,  
"Foundation Exploration and Geologic Studies at Gunterville Dam", American Soc. of Civil Engineers, N° 3, 1940.
33. SCHEIDEGGER, A. E.,  
"Theoretical Geomorphology", Springer-Verlag, Berlin, 1961.
34. SCHOKLITSCH, A.,  
"Arquitectura Hidráulica", 2 vols., G. Gili, Barcelona, 1925.
35. SCHUMM, S. A.,  
"Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey", Bull. Geol. Soc. of America, V. 67, May 1956.
36. SPARKS, B. W.,  
"Geomorphology", Longmans, Green & Co., Ltd., London, 1960.
37. STRAHLER, A. N.,  
"Dynamic Basis of Geomorphology", Bull. Geol. Soc. of America, V. 63, Sep. 1952.
38. STRAHLER, A. N.,  
"Hypsometric (Area-Latitude) Analysis of Erosional Topography", Bull. Geol. Soc. of America, V. 63, Nov. 1952.
39. STRAHLER, A. N.,  
"Quantitative Slope Analysis", Bull. Geol. Soc. of America, V. 67, May 1956.
40. THORNBURY, W. D.,  
"Principios de Geomorfología", Edit. Capelusz, Buenos Aires, (1954) 1958.
41. ZARUBA, Q. - MENCL, V.,  
"Ingenieurgeologie", Akademie-Verlag, Berlin, 1961.

# LAS ESPECIES COLOMBIANAS DE CRYPTOGNATHA MULSANT (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

EDWARD A. CHAPIN, PH. D.

Miembro honorario de la Academia  
Colombiana de Ciencias. Universidad de  
Harvard, Cambridge, Mass.

*Cryptognatha Mulsant* es un pequeño género de especies moderadamente distribuidas, todas las cuales son originarias de Centro y Sur América. De la docena o menos especies que se conocen, cuatro habitan en Colombia. Anteriormente el género fue equivocadamente interpretado por varios científicos; así las especies que se han descrito o asignado dentro del género *Cryptognatha*, se conocen hoy como pertenecientes a géneros como *Pentilia*, *Delphastus*, *Serangiella*, *Dargo* y otros. En cambio, varias especies que fueron descritas dentro del género *Pentilia* podrían ser pasadas a *Cryptognatha*.

Las especies de *Cryptognatha* se alimentan, en gran cantidad o completamente, de las escamas blandas. Son grandes predadores de la escama del cocotero (*Aspidiotus destructor* Sign.), especialmente la especie *Cryptognatha nodiceps*—Marshall de Trinidad, B. W. I. y la *Cr. gemellata* Muls. (conocida bajo el sinónimo de *Cr. similima* Sicard), que fue introducida a Fidji, en los años de la década de 1920 y primeros de la década de 1930, durante la campaña para la represión de la escama del cocotero.

Se ha probado que la *Cr. nodiceps* es extraordinariamente efectiva en la reducción de la población de la escama, asegurándose virtualmente su completa represión en unos dieciocho meses. La *Cr. gemellata* se ha probado que es menos efectiva, debido a su menor tasa de multiplicación. En 1960, se introdujo la *Cr. nodiceps*, por lo menos, en una de las Islas Marianas de Micronesia, pero esto es muy reciente para poder dar una información sobre los efectos de esa introducción.

## GENERO CRYPTOGNATHA MULSANT

*Cryptognatha Mulsant*, 1850, Spec. Trim. Sécupalp., p. 497; Crotch, 1874, Revis. Coccinellidae, p. 206, Chapuis, in Lacordaire, 1876, Genera Coleop. XII, p. 228, 236, 237; Gorham, 1894, Biol. Centr.-Amer., Coleop. VII, p. 181; Champion, 1913, Trans. Ent. Soc. London, p. 120-123; Taylor, 1935, Bull. Ent. Res., 26, p. 54.

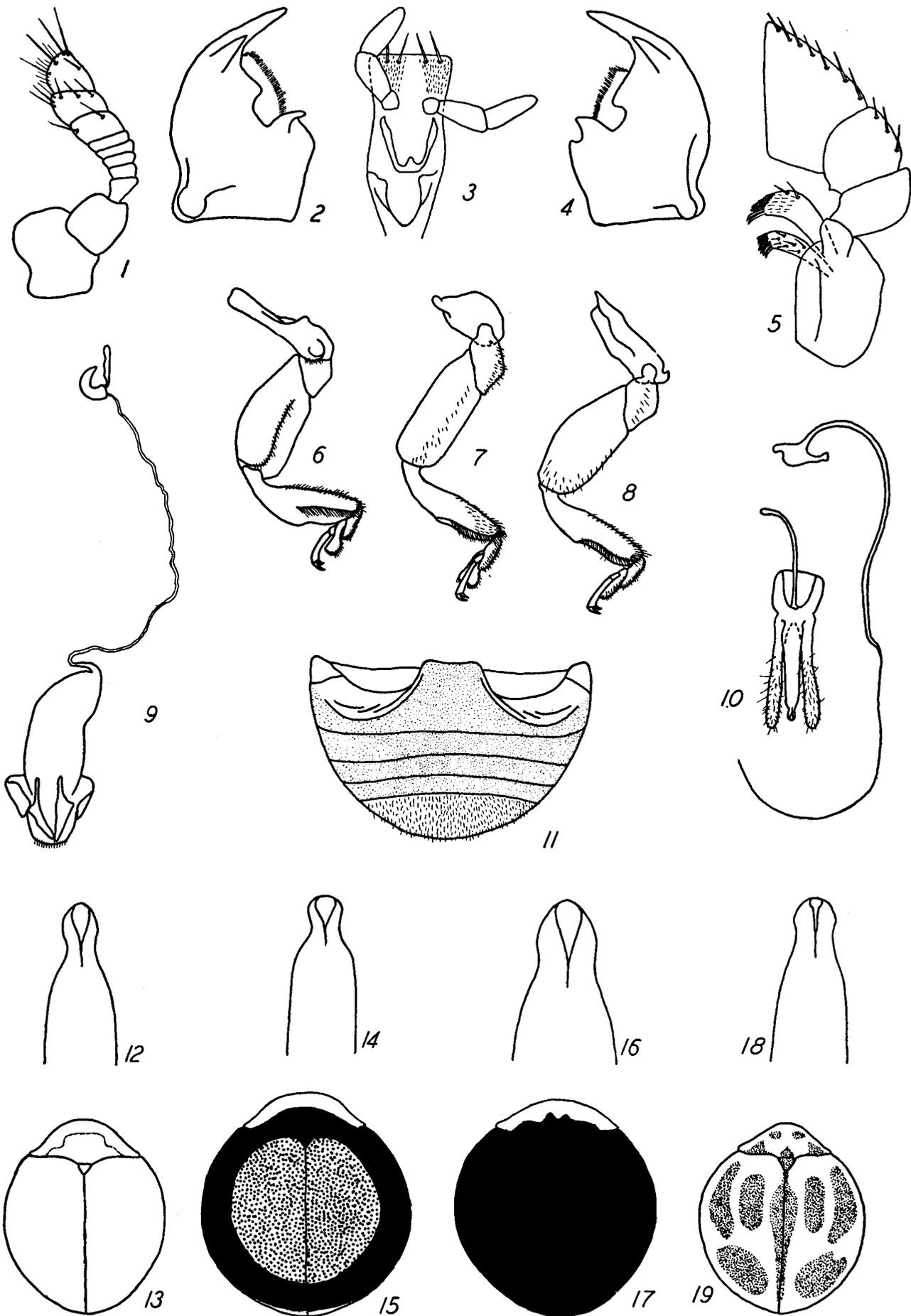
Coccinellidos glabros con cinco esternitas abdominales visibles, con antenas de menos de once segmentos, con tibias sin espuelas y con tarsos de cuatro segmentos. La forma del cuerpo (Figs. 13-15-17-19) es casi circular y fuertemente convexa. La cabeza está profundamente insertada en el protórax; frente, ligera o moderadamente cóncava, con o sin denticulos agudos cerca de los ojos, con una hilera de setas finas a lo largo de los márgenes interiores de los ojos; con clipeo ampliamente redondeado; con genas que subdividen los ojos, pero dentadas en el punto de inserción de las antenas. Las antenas (Fig. 1) con diez segmentos, con el primer

segmento fuerte y casi tan ancho como largo; el segundo insertado oblicuamente en el primero y de la mitad del diámetro de éste, subcuadrado y con ápice redondeado; del tercero al sexto, cada uno es ligeramente más corto y más ancho que su predecesor; del sexto al noveno cada uno es ligeramente más largo y más ancho que su predecesor; el décimo más angosto que el noveno, pero más grande y rematando en un ápice subagudo. Las maxilas (Fig. 5) con galea y lacinia relativamente pequeñas, el segmento terminal del palpo colocado subparalelo y con un ápice fuertemente oblicuo. Ligula (Fig. 3) con labium cuadrado, mentum trepezoidal, segmento terminal del palpo delgado y cilíndrico-acuminado. Mandíbulas (Figs. 2-4) con diente subpical distante del ápice. Prosterno amplio entre las coxas anteriores, con carinas cortas ampliamente esparcidas y paralelas, insertadas en la parte anterior en tal forma, que, cuando la cabeza está en reposo, las márgenes del clipeo y del prosterno coinciden, escondiendo completamente las partes de la boca. Los élitros con un adorno marginal; la epipleura cóncava, con cavidades profundas bien marcadas para recibir las extremidades del segundo y tercer fémures. Abdomen (Fig. II): la primera esternita abdominal visible con arcos metacoxales incompletos; la quinta (apical) esternita ampliamente redondeada en ambos sexos. Las patas (Figs. 6-7-8) relativamente cortas y robustas; las patas anteriores con fémures algo aplanadas y con el borde más externo de las tibias convertido en su parte exterior en una lámina delgada y transparente. Las tibias de todas las patas acanaladas para dar recepción a los tarsos. La garfa del tarso adelgazada en la base, pero sin un diente basal claramente definido.

Organos Genitales Masculinos (Fig. 10): Simétricos; lóbulo medio aplanado, dorso-ventralmente delgado, colocado casi paralelo y casi cinco veces más largo que ancho; parámetros delgados, rectos, ligeramente más largos que el lóbulo medio, colocado indistinta e irregularmente y con setas; la pieza basal tan larga como ancha, más o menos globular; trabes muy delgadas, casi tan largas como el lóbulo medio, sifón extraordinariamente largo; la mitad basal normalmente vigorosa, la mitad apical muy delgada y atenuada, el total es seis y media veces más largo que el lóbulo medio.

Organos Genitales Femeninos (Fig. 9): receptáculo seminal con paredes delgadas, sin cintas o espirales fortalecientes, encorvadas, con mayor anchura en la base; el conducto del esperma moderadamente largo; infundíbulo ausente; la bolsa copulatrix convertida en simple saco; hemiesternitas alargados, triangulares, juntos sirven como ovipositor.

Tipo del género *Cryptognatha auriculata* Mulsant, por designación subsecuente del Crotch 1874



CLAVE DE ESPECIES COLOMBIANAS DE  
CRYPTOGNATHA

1. Frente con dentículo afilado adyacente a cada uno de los ojos, el dentículo más prominente en el macho . . . . . 2
2. Elitros uniformemente amarillentos pardo-rojizos . . . . . *auriculata*.  
Elitros castaño oscuros, con una banda negra circunferencial que cubre los dos quintos de la parte externa; la banda continúa dentro de pronotum . . . . . *amicta*.
3. Elitros uniformemente negro intensos . . . *aethiops*.  
Elitros amarillo pálido, cada uno con tres manchas y sutura parduzca que se profundiza en el piceous; las manchas y la banda sutural ocasionalmente tienden a juntarse . . . . . *gemellata*.

*Cryptognatha auriculata* Mulsant (Figs. 1-13).

*Cryptognatha auriculata* Mulsant, 1850, Spec. Trim. Sécuripalp., p. 497; Crotch, 1874, Revis. Coccinellidae, p. 206; Gorham, 1894, Biol. Centr.-Amer., Coleopt. VII, p. 182; 1899, loc. cit., p. 258.

Longitud: 2,2-3,0 m.m. Cabeza blanca a blanco-amarillenta, manifiestamente cóncava (macho) o aproximadamente plana (hembra), extremada y finamente punteada, lo cual es visible con aumento de 80 diámetros. Margen del clípeo ampliamente encorvado. Pronoto de color ferruginoso, con los márgenes anteriores muy anchos y tercios laterales (macho) o el margen anterior muy estrecho y los ángulos anteriores muy anchos (hembra) de color blanco o blanco-amarillento, muy finamente punteado; puntuación visible simplemente con diez aumentos. Escutelo de color ferruginoso. Elitros uniformemente ferruginosos, muy finamente punteados; puntuación visible con 30 aumentos. Epipleura lateral blancuzca, cóncava más profundamente en el macho. Partes inferiores y patas de color ferrugíneo, esternistas abdominales esparcidamente pubescentes.

Localidad tipo: Colombia.

Distribución: Colombia, Suriman, Panamá, Costa Rica, Honduras, Guatemala, México.

Localidades colombianas: Cauca, Puerto Tejada, 1.000 m. de altura, Mayo 23, 1939, L. M. Murillo N° 5267; Tolima, Espinal, 438 m. de altura, Febrero 17, 1941, L. M. Murillo N° 5417; Tolima, Armero, 421 m. de altura, Junio 13, 1940, L. M. Murillo N° 101; Magdalena, Argelia, Septiembre 28, 1935, L. M. Murillo N° 110; Magdalena, Aracataca, P. J. Darlington Jr.; Atlántico, Baranoa, 100 m. de altura, Febrero 20, 1940, L. M. Murillo N° 5222.

Esta es la especie más ampliamente distribuída de todas las del género. A primera vista, la especie es fácilmente confundible con la muy común *Pentilia insidiosa* Muls., pero el examen de la cabeza y el prosternum es suficiente para establecer su identidad.

*Cryptognatha amicta* Gorham (Figs. 14-15).

*Cryptognatha amicta* Gorham, 1899, Biol. Centr.-Amer., Coleopt., Vol. 7, p. 259.

Longitud: 2,75-3,1 mm. Cabeza blanco amarillenta, manifiestamente cóncava (macho) o aproximadamente plana (hembra); puntuación no visible con aumento de

80 diámetros. Margen de clípeo recto (macho) o ligeramente curvo (hembra) ángulos anteriores ampliamente inclinados hacia atrás. Pronotum con la mitad basal negra y la apical blanco-amarillenta (macho) o negra con los ángulos anteriores claramente blanco-amarillentos (hembra), cerrada y finamente punteado; las puntuaciones individuales son claramente visibles con aumento de 10 diámetros. Escutelo negro. Elitros castaño-oscuro sobre el disco, con una banda marginal que cubre los dos quintos externos, negra, con excepción de los ápices que son ligeramente castaños; cerrada y finamente punteados; la puntuación de los márgenes laterales ligeramente más gruesa que las del disco. Epipleura elitral con la región interna de color ferruginoso, cóncava, más profunda en el macho. Partes inferiores y patas ferrugíneas, con excepción de los fémures anteriores del macho que son blancuzcos. Esternitas abdominales esparcidas y finamente pubescentes.

Localidad Tipo: Panamá, Bugabá.

Distribución: Colombia, Panamá.

Localidad colombiana: Chocó, Istmina, Agosto 21, 1940 L. M. Murillo N° 5826.

Hasta la fecha, esta especie sólo ha sido reportada de una localidad tipo. Después de un estudio de una pequeña serie de especies procedentes de Istmina, creo que la mayoría de las especies de Coccinélidos encontrados en el Chocó al oeste del río Atrato se encontrarán también en Panamá.

*Cryptognatha aethiops* Crotch, 1874, Revis. Coccinellidae, p. 206

Longitud: 2,7-3,4 mm. Cabeza blanco-amarillenta, ligeramente cóncava y con prominencias bajas y redondeadas, adyacentes a los ojos (macho), o cabeza con frente amarillo-parduzca, achatada, sin prominencias, vértice negro (hembra); puntuación no visible con aumento de 80 diámetros. Margen del clípeo ligeramente encorvado en ambos sexos, ángulos anteriores ligeramente inclinados hacia atrás. Pronoto con el tercio basal negro y los dos tercios apicales blanco-amarillentos y los ángulos anteriores amarillo-parduzcos (hembra), cerrada y finamente punteado; puntuaciones individuales visibles con 10 aumentos. Escutelo negro. Elitros completamente negros, cerrada y finamente punteados, la puntuación cerca de los márgenes mucho más gruesa que el disco. Epipleura elitral negra, cóncava, más profunda en el macho. Esternitas torácicas negras, los abdominales y las patas amarillo-parduzcos; la primera esternita, a veces, en la hembra es más oscura en la mitad. Esternitas abdominales finamente pubescentes.

Localidad tipo: Colombia.

Distribución: Colombia.

Localidades colombianas: Boyacá, Guateque, 1900 m. de altura, octubre 10, 1938, L. M. Murillo Nros. 5110, 5111; Guayatá, 1720 m. de altura, octubre 18, 1940, L. M. Murillo Nos. 5295, 5296.

En la descripción original sólo se da a Colombia como localidad definida. El espécimen tipo existe en Estocolmo. La especie se reconoce muy fácilmente por sus élitros completamente negros.

*Chyptognatha gemellata* Mulsant, 1850, Spec. Trin. Sécuripalp., p. 498; Crotch, 1874, Revis. Coccinellidae, p. 206; Sicard., 1929, Ann. Mag. Nat. Hist., (10) Vol. 4, p. 519.

*Cryptognatha simillima* Sicard, 1929, Ann. Mag. Nat. His. (10), Vol. 4 p. 519; Taylor, 1935, Bull. Ent. Res., Vol. 26, pp. 67-70, Figs. 27-29.

Longitud: 2,0 - 2,8 mm. Cabeza blanco-amarillenta, sólo ligeramente cóncava y con muy bajas prominencias adyacentes a los ojos (macho); o singularmente cóncava, pero sin prominencias (hembra); puntuación no visible con aumento de 80 diámetros. Margen del clípeo ligeramente encorvado en ambos sexos; ángulos anteriores sólo ligeramente inclinados hacia atrás. Pronoto y élitros amarillo-pajizos con marcas oscuras. Pronoto con cinco manchas, una antes del escutelo y sobre el margen basal; un par de manchas más grandes sobre el margen basal y un par en frente de la mancha escutelar y separadas por su anchura. Frecuentemente, se observa un tercer par de manchas formadas por manchas opacas en los ángulos posteriores. Superficie cerrada y finamente puntuada; la puntuación individual es visible con 30 aumentos. Escutelo oscuro. Cada uno de los élitros con una banda sutural y tres manchas; la banda sutural presenta, a corta distancia detrás del escutelo, un engrosamiento oval que se prolonga a lo largo de la sutura, el cual se va extendiendo gradualmente hasta desaparecer muy cerca y antes del ápice. La primera mancha se encuentra en el ángulo escutelar, es ásperamente oblonga y llega hasta la mitad. La segunda, algo más grande y fuertemente encorvada en su lado externo, comienza en el callo humeral y llega justamente adelante de la mitad. La tercera, transversalmente oval y ligeramente oblicua hacia la sutura, ocupa la mitad apical del élitro. Puntuación extremadamente fina en el disco, la cual es mucho más gruesa hacia los márgenes laterales. Epipleura elitral, patas y esternitas abdominales amarillo-pajizas, con excepción del primero; esternitas torácicas y el primero abdominal negros. Esternitas abdominales finas y esparcidamente pubescentes.

Distribución: Colombia, Cayena, Isla de Trinidad, Localidades tipo: de *gemellata* dudosa, se cree que sea México; de *simillima*, Trinidad, B. W. I. México?

Localidades colombianas: *Valle*, Roldanillo, 966 m. de altura, mayo 25, 1939, L. M. Murillo N° 5261; Buga, 1010 m. de altura, Febrero 4, 1941, L. M. Murillo N° 5384; Candelaria, 1020 m. de altura, Enero 31, 1941, L. M. Murillo N° 5486; Palmira, 1085 m. de altura, Enero 27, 1941, L. M. Murillo N° 5448. *Cundinamarca*, Fusagasugá, 1746 m. de altura, Mayo 12, 1940, L. M. Murillo N° 93; cerca de Pacho, Sept. 26, 1940, L. M. Murillo. N° 5278 a.

Después de estudiar una serie de especímenes procedentes del continente y la Isla de Trinidad y observar la variación en el tamaño y conformación de las marcas elitrales, no pude encontrar la razón por la cual se reconociese a *C. simillima* Sic. como específicamente diferente de *C. gemellata* Muls. A la vez, Sicard mismo, en la descripción original, expresa alguna duda sobre la verdadera posición de *C. simillima* n. sp., pues dice "Très voisin de la *Cr. gemellata* Muls, dont elle n'est peut-être qu'une variété" ("Muy vecina de la *Cr. gemellata* Muls., de la cual, parece que es una variedad"). Su diagnosis de la especie es la siguiente: "*Cr. gemellata* affinis, margine suturali elongata, angustata, haud maculiformi, distincta" ("Afin de *Cr. gemellata*, margen sutural alargado, angosto, en ningún caso con forma maculina diferente"). Después de esto, en los grupos de especímenes anteriores, procedentes de Colombia y Trinidad, encuentro tanta variación en el tamaño y forma de las distintas marcas, incluyendo la banda sutural, que no dudo en colocar a la *simillima* de Sicard como un sinónimo de *gemellata* Muls.

Tradujo: LUIS ARMANDO BERMUDEZ GARCIA  
Ingeniero Agrónomo.

# EL PROFESOR DARIO ROZO MARTINEZ

Por JOSE IGNACIO RUIZ

Brillantes y múltiples fueron las facetas de su claro talento.

Maestro eminente, consagrado por nuestra Alma Mater como Profesor Emérito, fue educador y guía de varias generaciones de ingenieros.

Quienes tuvimos el privilegio de ser sus discípulos, y luego —en la vida— de disfrutar de su permanente amistad, podemos dar testimonio, mejor que otros, de su inteligencia, de su erudición, de su insaciable curiosidad intelectual, de su indeclinable voluntad de servirle a la patria y a la sociedad, de su firme vocación por la investigación científica y, por sobre todo, de su bonhomía y sencillez que rayaban en las fronteras mismas de la santidad.

La cartografía científica fue materia de su predilección, tanto en la cátedra como en su larga, meritoria y fructífera vida profesional. Enseñó, por muchos años, Astronomía, Geodesia, Proyecciones Cartográficas, Topografía, Dibujo Topográfico, etc. y acerca de estos temas escribió libros y folletos, calculó tablas, dictó conferencias y absolvió consultas a sus colegas y discípulos. Fue asiduo colaborador de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de Anales de Ingeniería (órgano de la Sociedad Colombiana de Ingenieros), del Boletín de la Sociedad Geográfica, de la Revista Ingeniería y Arquitectura (órgano de la Asociación de Ingenieros de la Universidad Nacional), de la antigua Revista Geográfica del Instituto Agustín Codazzi y de otras importantes publicaciones científicas y técnicas. Sobre Astronomía y Geodesia escribió un voluminoso texto, fruto de sus investigaciones en el Instituto Agustín Codazzi y de sus experiencias en la cátedra. (Infortunadamente, este excelente tratado, quizá único, por su importancia, en lengua española, ha permanecido inédito, pues sólo se publicaron de él algunos capítulos). Como miembro del Instituto Geográfico, y con la colaboración del doctor Tomás Aparicio Vásquez, calculó y publicó el "Catálogo de 165 Pares de Estrellas para la determinación de la hora por el método de ZINGER, entre las latitudes de 4° Sur y 13° Norte", publicación utilísima para los profesionales que se ocupan de la determinación de coordenadas astronómicas. Con la cooperación del mismo doctor Aparicio, y como publicación especial del citado Instituto, llevó a término las "Tablas y Fórmulas para el uso del hipsómetro y para la Refracción Astronómica" de muy fácil manejo. Estudió las características de la proyección sinusoidal, utilizada por la antigua Oficina de Longitudes y Fronteras en los mapas publicados por dicho Centro Cartográfico. Mapas que —por otra parte— fueron casi en su totalidad dibujados por el propio ingeniero Rozo, quien era, además, fino dibujante y delicado acuarelista. Asimismo, analizó detalladamente la proyección Conforme de Gauss adoptada, más tarde, por el Instituto Agustín Codazzi para la construcción de sus cartas aerofotogramétricas.

Dedicó varios años de su vida a la demarcación de las fronteras, ubicadas todas ellas en regiones remotas e

insalubres. Primero con la República del Ecuador; después con Venezuela, el Brasil y el Perú; más tarde con Panamá. Así, pues, participó en la totalidad del perímetro nacional. Con justa razón el Gobierno Nacional le otorgó la Cruz de Boyacá, por este y otros meritorios servicios a la Patria.

Fruto delicioso de sus viajes por las selvas del Amazonas y de sus afluentes, pletóricas tanto de riqueza como de misterio, fue su libro "Del Pacífico al Atlántico, por la región ecuatorial de América", publicado por la Sociedad Geográfica de Colombia. En él nos describe, con pluma maestra, las luces y sombras de tan tremendo escenario, la inmensa variedad de sus recursos naturales, las pintorescas costumbres de los indígenas, el criminal manejo de los "civilizados" que entraron en contacto con ellos, las alucinaciones (experimentadas por él mismo) producidas por las libaciones del yagé, y hasta los mitos y leyendas que se relatan a media voz "en la semioscuridad de las selvas donde parece que las fuerzas naturales se personifican para oponerse a la voluntad del hombre". Allí el autor se nos muestra como un observador sagaz y de fina sensibilidad poética.

Fue el iniciador de los levantamientos cartográficos de precisión entre nosotros, ya que como Geodesta del Estado Mayor General del Ejército (puesto adquirido por concurso, poco después de su grado de Ingeniero Civil, en 1909) midió la primera base geodésica y dio comienzo a un levantamiento topográfico, a base de plancheta, en la Sabana de Bogotá. Procedimiento en boga entonces. Muy preciso, pero lento.

El trabajo anterior se interrumpió casi en la cuna. Empero, el profesor Rozo tuvo la complacencia, veinte años más tarde, de acompañar al ingeniero Belisario Ruiz Wilches en el recién fundado Instituto Geográfico Militar y de proseguir, con su ilustre colega, la magna tarea del levantamiento de la carta de la República, mediante un método muy rápido, preciso y económico, que se acababa de inventar en Europa: el sistema aerofotogramétrico. Allí se quedó el profesor por muchos años, laborando benedictinamente, investigando y enseñando a sus colegas jóvenes y a sus discípulos. Hizo trabajos de Geodesia, Astronomía, Geomagnetismo, Gravimetría, Cartografía Matemática y —como dijimos antes— calculó tablas muy útiles y escribió artículos y folletos científicos. Ruiz Wilches, Darío Rozo y Tomás Aparicio, triángulo perfecto, constituyen la base humana del espléndido centro que se denominaría más tarde Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" en honor del célebre director de la Comisión Corográfica.

Como un ejemplo de la insaciable curiosidad científica, de que antes hablamos, mencionaremos sus esfuerzos por interpretar los jeroglíficos dejados por los chibchas. Acerca de este tema redactó y publicó un folleto en donde consignó observaciones muy originales y atrevidas. (Y aquí lo anecdótico: como hubiéramos construido, en mármol de Villa de Leiva, un reloj de sol para instalarlo cerca del Observatorio Geomagnético erigido en "El Santuario", isla del lago de Fúquene, los

maestros José Restrepo Rivera y Rozo Martínez colaboraron, en tal obra, en la forma siguiente: el notable artista Restrepo Rivera, con la maestría propia de él, grabó en el mármol la figura de un sacerdote chibcha arrodillado a la orilla de la laguna, entre los juncales, adorando a SUA (el Sol) que ya emergía del abrupto perfil de la cordillera lejana. El doctor Rozo, inquieto y travieso, puso en caracteres chibchas, según su leal saber y entender, la siguiente oración como pronunciada por el sacerdote: "Padre Sol, Todopoderoso y Magnánimo, Fuente de luz y de calor, dignaos señalarnos sobre esta piedra el paso de las horas". Y allí permanece, incrustado en una roca, aquel reloj, espejo del implacable Cronos, marcando con sus agujas de sombra, sin perturbar el sagrado silencio del antiguo adoratorio muisca, el paso fugaz de los hombres —sacerdotes, artistas, príncipes o vasallos, sabios o ignorantes, de todas las razas— por esta esferilla de polvo tan insignificante como presuntuosa).

Esquivo a los honores; sin embargo, ellos lo persiguieron. Así fue: Profesor Honorario, Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, Miembro de número de la Academia Colombiana de Ciencias, de la Sociedad de Matemáticas, de la Sociedad Colombiana de Física, Presidente Honorario de la Sociedad Geográfica de Colombia, Presidente Honorario de la Sociedad Colombiana de Ingenieros etc., etc. y galardonado con medallas y condecoraciones de alta jerarquía.

En los últimos lustros de su vida se dedicó apasionadamente al estudio de la Física. Así en 1938 publicó su importante contribución denominada "La entidad de la Física", extensa y original investigación matemática sobre los fascinantes problemas de la física moderna. En dicho ensayo se muestra partidario de la doctrina relativista y trata de armonizarla, en algunos puntos, con la escuela clásica. Siguió escribiendo numerosos artículos complementarios hasta cuando, materialmente, la pluma se le cayó de la mano.

Es célebre la polémica sostenida, en las páginas de esta misma Revista, con el ilustre científico y colega Jorge Alvarez Lleras, discípulo directo de Julio Garavito y defensor vehemente de la mecánica de Galileo y de Newton. En "diálogos" y "contradiálogos" a la manera de Platón y sus discípulos, expusieron, en estilo conceptuoso y ameno, lleno de erudición, sus personales puntos de vista. Alvarez encontraba correcto e impecable el andamiaje matemático del profesor Rozo, pero desconectado de la realidad. (Otros no encontraban homogéneas sus transformaciones). Sobre estos temas, el profesor, valiente e imperturbable, seguía explicando principios tan originales y audaces como los siguientes:

*El movimiento tiene existencia absoluta. La velocidad puede considerarse independientemente de la materia.*

*El cuadro de la velocidad es una entidad mecánica sui generis que se identifica con el potencial del campo newtoniano.*

*En ausencia de masas el espacio puede considerarse como un campo de potencial uniforme de la forma  $V^2$ , lo que corresponde al espacio-tiempo. De donde resulta que el espacio es posibilidad de movimiento y es energía; además, es la fuente de toda energía.*

*Los procesos gravitacionales y electrostáticos son idénticos. Esto permite establecer un modelo de átomo como el de Bohr, reemplazando los electrones "puntiformes" por condensadores esféricos concéntricos.*

Ciertamente, son atrevidísimas las tesis que se acaban de leer y chocan en general con el concepto simple que tenemos de lo que nos rodea. Pero en este enigmático y misterioso Universo —el mejor de los mundos posibles, según Leibnitz— todo puede acontecer. La realidad va más allá del pensamiento. La imaginación de más amplio vuelo se queda a medio camino. Max Planck, el padre de la Física Moderna, observa en alguno de sus escritos, refiriéndose al rayo de luz que nos viene de una estrella: "entre todas las trayectorias que se pueden trazar entre la estrella y ojo del observador, la luz *escoge siempre* la que puede recorrer en el tiempo más corto, tomando aún en cuenta las distintas velocidades de propagación en las diferentes capas atmosféricas. Los fotones que forman los rayos luminosos *se comportan como seres inteligentes y escogen* entre todas las trayectorias curvas que se les ofrecen, siempre precisamente aquella que les lleva lo más rápidamente posible a su destino". (Fenómeno de la refracción y caso particular del principio de la menor acción). Y al desmenuzarse el átomo (que los griegos creían indivisible) la materia va desapareciendo —hoy todos lo sabemos— y en el fondo de la probeta de ensayo va quedando, ya casi sola, la energía. Quizá, como opina nuestro matemático y filósofo, solo hallemos, en último término, el espacio "fuente de toda energía". Finito pero ilimitado. Colmado, desde luego, como explican los teólogos —y están confirmando los físicos— por los destellos de la Inteligencia Suprema.

Como dijimos en otra ocasión, los trabajos del doctor Rozo son de la más alta jerarquía intelectual y merecen ser estudiados a fondo por los especialistas en Física Matemática. Son una oportuna contribución de nuestro estudioso compatriota a la solución del rompecabezas de la Física actual y quizá un camino hacia la interpretación integral del universo. "Las leyes de la Física se conocen experimentalmente, dice Julio Garavito, pero falta su interpretación correcta". Podría dar esta anhelada interpretación la Mecánica de Newton? O estará el triunfo reservado a la Relatividad, que tan brillantes y espectaculares comprobaciones ha obtenido?

No obstante, está muy bien ensayar otros caminos.

Honremos, pues, la memoria del eximio Profesor, paradigma de buen ciudadano y de hombre de estudio.

Bogotá, junio de 1964.