

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICO-QUIMICAS Y NATURALES

(PUBLICACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL)

VOLUMEN IX

MAYO DE 1956

NUMEROS 36 Y 37

PATRONO DE LA ACADEMIA:

EXCELENTISIMO SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA GUSTAVO ROJAS PINILLA

PRESIDENTE DE LA ACADEMIA: BELISARIO RUIZ WILCHES

DIRECTOR DE LA REVISTA: LUIS MARIA MURILLO

SUMARIO:

SECCION EDITORIAL	Pág.
Colombia, un Archipiélago Biológico, por Luis María Murillo.....	1
SECCION MATEMATICAS	
Nuevo Concepto de la Relatividad Einsteiniana, por Darío Rozo M.....	253
Las Tablas de la Luna y el Sabio Colombiano Julio Garavito A., por Julio Carrizosa V.....	262
Interpolación y Diferencias Finitas, por Luis de Greiff Bravo.....	267
SECCION FISICA	
Las Heladas en la Sabana de Bogotá, por A. M. Barriga Villalba.....	274
La Electricidad Atmosférica y los Rayos Cósmicos, por Darío Rozo M.....	280
Investigación de la Visión Estereoscópica, por H. C. Raasveldt.....	288
SECCION BOTANICA SISTEMATICA	
Plantae Praesertim Maypurenses a Humboldtio et Bonplandio in Ripa Occidentali Fluminis Orinoco Lectae Ideoque ad Floram Colombiensem Referendae, por Armando Dugand.....	315
Notas a la Flora de Colombia, XIV, por José Cuatrecasas.....	325
Contribución al Conocimiento de los Helechos de Colombia, por María Teresa Murillo.....	342
SECCION BOTANICA FISIOLOGICA	
El 2, 3, 5-Trifenil, Cloruro Tetrasódico en la Determinación de la Germinabilidad de las Semillas, por Daniel Mesa Bernal.....	350
SECCION ENTOMOLOGIA	
Estudios Sobre Mallophaga Neotropicales (XIV), por M. A. Carriker, Jr.....	365
SECCION PALEONTOLOGIA Y GEOLOGIA	
Situación Geológica de las Minas de Esmeraldas de Muzo, Boyacá, por Hans Bürgl.....	381
SECCION PSICOFISIOLOGIA	
Educación Sexual a Base de Responsabilidad Etico-Social, por Oswaldo Kroh.....	389
NOTAS	
Nuestros Colaboradores, Pág. 405; Pasifloráceas y Begoniáceas de la Expedición Botánica de Mutis, Pág. 407; Proposiciones de la Academia, Pág. 408; El Profesor Aguiló, Pág. 409; "Hojas de Cultura Popular Colombiana", Pág. 409; El Sabio Caldas y la Revista de la Policía, Pág. 410; Angelo Moreira da Costa Lima, Pág. 410..	
COMPOSICION ACTUAL DE LA ACADEMIA.....	411

La responsabilidad de las ideas emitidas en la REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS, corresponde a sus autores.



(EMBLEMA DE LA ACADEMIA MADRE ESPAÑOLA)

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

PUBLICACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL

SECCION EDITORIAL

COLOMBIA, UN ARCHIPIELAGO BIOLÓGICO

Se llama investigación científica a las rebuscas bibliográficas, y se ignora la naturaleza que nos rodea, cuyo estudio ha sido fuente de enormes riquezas en los países civilizados. J. C. Z.¹

FUNDAMENTO DE LA IDEA

Valiéndonos de algo más que de un símil, podemos decir que Colombia es, considerada orográficamente, el botón floral del tallo andino, cuya planta recorre más de ocho mil kilómetros, desde la Tierra de Fuego. Este botón o capullo, que se abre en inflorescencia tricarpelar en el Nudo de los Pastos, ha dado emplazamiento a la más singular de las climatologías, y su aspecto fue acicate del sabio Caldas, en su *memoria sobre la nivelación de las plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador* (1803), y del estudio derivado de sus observaciones sobre el influjo del clima en los seres organizados (1808); produjo el *cuadro físico de las regiones ecuatoriales* de Humboldt; dio origen a la primera concepción del país en regiones climáticas (1891), estudiadas con intensa pasión por el General Francisco Javier Vergara y Velasco; fue objeto de especial investigación por parte de Frank M. Chapman, en su obra sobre la *distribution of bird life in Colombia* (1917); y guiado por el mismo estímulo, Carlos E. Chardón dedujo importantes conclusiones sobre el origen de la vida en los Andes (1938).

En la actualidad, dos distinguidos científicos extranjeros, que con obras nos han evidenciado su valiosa amistad, hacen exploraciones científicas que nos permitirán conocer mejor cuanto se relaciona con el complicado sistema fisiográfico del país; son el botánico español José Cuatrecasas, con sus investigaciones geobotánicas, y el geógrafo alemán Ernesto Guhl, quien realiza un cuidadoso examen de la climatología.

LOS PERFILES CORDILLERANOS

Hagamos, con espíritu contemplativo, una travesía sobre nuestras cordilleras, siguiendo, por ejemplo, los perfiles trazados por el Hno. Justo Ramón en su *Geografía de Colombia*:

Sobre el paralelo correspondiente a los 8° y 10', hay un perfil de simetría más o menos equilibrada, que nos conduce, desde el litoral del Pacífico, a los llanos venezolanos de Apure, por una serranía que desde la altura del mar, va ascendiendo o bajando sucesivamente, salvando llanuras o ríscos como la serranía del Darién, o el Golfo de Urabá, o la cordillera occidental, o la llanura costeña, o la cordillera oriental que se remonta hasta cerca de los cuatro mil metros, para descender, luego, definitivamente, a los llanos.

Idénticas alternativas tenemos, si seguimos el perfil correspondiente al paralelo de los 6° y 20'. Por ahí atravesaremos el cañón del Río Cauca, a quien hacen cuna las cordilleras occidental y la central, fuertemente abrazadas en este trayecto; descenderemos a la hoya ardiente del Magdalena; ascenderemos luego, sobre la cordillera oriental, a la Sierra de Chita, cubierta de nieve perpetua más arriba de los cinco mil metros, y bajaremos, siempre en disímiles actitudes, a los llanos ardientes de Casanare, que ocupan la tercera parte de la extensión colombiana recorrida en ese perfil, de manera que los carpelos de nuestro capullo van desviándose hacia el occidente, para encontrar finalmente su convergencia en el Macizo Colombiano, sabiamente llamado así por el fisiógrafo Vergara y Velasco.

(1) Boletín No. 69 del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná (1955).

Y si la travesía la realizamos hacia los 4° y 35', entonces nuestra proeza será de titanes, por el encabritamiento de las cordilleras, esa cuádriga arrastrada y apretujada hacia el occidente por la naciente serranía de Baudó, pero que salta hasta las nieves y las nubes por los pedestales y opulentas torres de la cordillera central.

De estas tres excursiones teóricas, por llanuras, vertientes y cumbres, sacamos una conclusión asombrosa: de que si las estaciones no llegan hasta nosotros, podemos, en cambio, buscarlas en sus primaveras, veranos, otoños e inviernos, siguiendo cualquier perfil de nuestro sistema andino, en un movimiento pendular de oriente a occidente, de occidente a oriente, sobre cualesquiera de los paralelos².

Y si después de estas excursiones, imagináramos una cuerda ondulante que reprodujera sucesivamente todos los perfiles de nuestro tridente andino, paralelos al ecuador, en un desplazamiento de sur a norte, asistiríamos al más extraordinario y enloquecedor de los ritmos, como los de una sensual y lujuriosa danzarina. El movimiento comenzaría en trance de poderosa fuerza vital, teniendo como escenario inicial el Macizo Colombiano. Luégo vendría una vertiginosa danza con sus inagotables meandros, hasta llegar al éxtasis. Después, extenuada, iría extendiéndose hasta quedar tendida sobre el mar Caribe.

Así este relieve nuestro, de estructura tan original en el mundo; este botón floral que antes decía, tan extrañamente diverso, debe estar formando en su placenta, como un fruto también singular, la más diferenciada y quizás sobresaliente de todas las civilizaciones, para ofrendarla cuando nuestra hora se haya decidido.

Si es tremenda verdad, como demuestra Toynbee³, que hay un factor mefistofélico de incitación en la creación de las civilizaciones, el mismo profesor no excluye absolutamente como copartícipe, al agente físico, es decir, a una de las claves de los historiadores occidentales —el ambiente—, en los problemas de la desigualdad de la cultura. Cuál es la interpretación biológica de nuestros investigadores? Veámosla:

VERSION DEL SABIO CALDAS

Francisco José de Caldas fue quien por vez primera registró este ritmo; veamos su versión asombrosa tomándola de su obra *Del Influjo del Clima sobre los Seres Vivos: Si los hombres son diferentes, la vegetación de nuestros Andes parece que toca en los extremos. En el corto espacio de veinte leguas halla el botánico observador plantas análogas a las de Siberia, plantas semejantes a las de los Alpes, la vegetación de Bengala y la de Tartaria septentrional. Basta descender 5.000 varas para pasar de*

(2) "Hacia un comunismo fisiológico?" (Lecturas Dominicales Octubre 15 de 1933) Luis María Murillo.

(3) "La Civilización puesta a prueba", Arnold J. Toynbee.

los musgos del polo a las selvas del ecuador. Dos pulgadas de más en el barómetro hacen mudar de faz el imperio de la flora. Los bálsamos, las resinas, los aromas, los venenos, los antidotos, todas las cualidades enérgicas están en la base de nuestra soberbia cordillera. Los cereales, las hortalizas, los pastos, las propiedades benignas están sobre sus faldas. En la cima se han refugiado las gramíneas, los musgos, y la mayor parte de las criptogamias.

Pero en donde quedó mejor resumido su pensamiento y el resultado de sus investigaciones en este sentido, fue en una obra aún hoy consultada con provecho, su *Memoria sobre la Nivelación de las Plantas que se Cultivan en la Vecindad del Ecuador*, que contiene un examen de la situación altitudinal de las más importantes plantas económicas. Dice a este propósito: *A proporción que nos separamos del término superior hacia abajo, hallamos que los trigos se van mejorando por grados insensibles hasta cierto punto, del cual comienzan a degradarse en calidad hasta que el polvillo arruina absolutamente nuestras cosechas en el término inferior.*

Refiriéndose al polvillo del trigo, dice el doctor Orjuela Navarrete —del Departamento de Investigaciones Agrícolas de nuestro Ministerio de Agricultura—, lo siguiente: *No hay duda de que estas tres especies de Puccinia constituyen actualmente las enfermedades mayores del cultivo de este cereal en Colombia, que son el principal factor limitante de la producción, y que inciden directamente sobre los rendimientos y la calidad del grano y de la harina, y que es muy posible, como lo anotaba ya Caldas en 1803, que estén limitando también ahora el área geográfica del cultivo de la planta. La dispersión altitudinal de las tres Puccinia es igualmente considerable; así, P. glumarum se le ha registrado entre los 2.100-3.200 metros altitudinales, P. graminis tritici entre los 2.000-3.200 metros, y P. rubigo-vera tritici entre los 1.800-3.200 metros y a los 800 metros sobre el nivel del mar.*

La variabilidad del clima a diversidad de alturas era evidente para Caldas, no como mera especulación imaginativa, sino como fenómeno cuidadosamente observado. Así dice: *he recogido un número considerable de observaciones y de hechos; los he comparado, he ordenado este material, y creo que ya puedo sacar algunas consecuencias generales. Quizá pudiera ser síntesis de su concepción, la resumida en las siguientes palabras de su discurso sobre el clima y los seres vivos: el maíz puede muy bien indicar por aproximación el grado de temperatura y la elevación del suelo, por el tiempo que dilata en producir y por la altura de su caña.*

VERSION DEL GENERAL VERGARA Y VELASCO

Asistamos, ahora, a la versión de nuestro admirable investigador General Francisco Javier Vergara y Velasco, quien hizo de estos estudios la apasionante interpretación que ha venido a ser

como el cimiento inamovible de la fisiografía colombiana. Toda su obra geográfica⁴ gira alrededor de esta exploración. Su disertación sobre el clima y su obra cartográfica, especialmente su *primera carta fisiográfica de Colombia* y las de sus distintos horizontes considerados como si un mar imaginario la cubriera a distintas alturas, son la expresión más cabal y acertada de su pensamiento. Dice Vergara y Velasco:

Si por clima entendemos el conjunto de las condiciones atmosféricas que afectan los órganos de los seres organizados, evidente será que depende de múltiples causas que pueden reducirse a tres: temperatura, vientos y humedad, siendo su variada combinación la que en cada zona o región hace que el clima se presente como una entidad distinta e importantísima, por así decir. Desde este punto de vista, es claro que el clima de Colombia, abarcado el país en su conjunto, es esencialmente tropical, es decir, cálido, húmedo y batido por el alisio; pero si con el conjunto se miran las partes, si se opone la llanura, donde aquellos tres elementos imperan sin contradicción, a la montaña, que los restringe y complica, entonces la frase "climatología colombiana" no puede emplearse sino en un sentido muy especial. En efecto, el occidente colombiano por su variado relieve, por sus cadenas y macizos, por sus terrazas y sus mesas, ofrece tan grandes contrastes, que posee toda la serie de los climas, los cuales entrecruzan diversamente sus curvas del día a la noche y de una estación a otra. Cada valle, cada falda, cada altiplanicie, tiene sus condiciones meteorológicas particulares, debidas al calor solar, a los vientos, a la humedad del aire y por lo mismo las grandes leyes climáticas que rigen en los relieves del país no pueden indicarse sino de un modo general, prescindiendo de las mil variaciones locales; variaciones que se ven en el flanco de cada cordillera por el escalonamiento de la vegetación y la oposición de las escarpas desnudas y los selvosos pedestales.

Pero no fue Vergara y Velasco un superficial aficionado, sino tenaz y ejemplar investigador, que hizo, a pesar de las dificultades inherentes de su época, un examen exhaustivo de los problemas relacionados con el clima. Así habla de un *ecuador térmico* en 1891, antes de que el geógrafo francés Juan Brunhes lo definiera, y como si hubiera tratado de expresar, más bien, la idea de un *ecuador climático*, término creado recientemente por el geógrafo Carl Troll, profesor activo de la Universidad de Bonn.

Dice el General: *Teóricamente, el ecuador térmico del globo debiera seguir al ecuador geográfico, pero prácticamente cruza por cerca de nuestro litoral Atlántico, que como es refrescado por las brisas, lo rechaza un poco al sur, de suerte que si*

(4) Principalmente su "Nueva Geografía de Colombia, escrita por Regiones Naturales" y su "Atlas Completo de Geografía Colombiana".

en dicho litoral la temperatura media anual oscila entre 27° y 28°, en las llanuras septentrionales de la Magdalena sube a 31°. Ambas cifras aumentan un poco donde el suelo es arenáceo y carece de vegetación. Además esa temperatura normal de 31° se acrecienta a 32° y 33°, si de la zona litoral pasamos a la continental, o sea las llanuras de la Orinoquia y parte de la Amazonia, porque hacia la vaguada del río de los ríos, por la facilidad con que lo baña el Alisio, disminuye otra vez a las cifras señaladas para el litoral Atlántico.

La primera concepción del país por regiones climáticas (1891), se debe a Vergara y Velasco, quien, en épocas subsiguientes, las modificó y subdividió. No hay necesidad de hacer de esa obra, hoy superada por la que Guhl adelanta, una discriminada presentación.

Las investigaciones del General serán siempre consideradas, no por ofrecer el deslinde definitivo de nuestras regiones climáticas, sino por haber hallado los elementos que provocan esas divisiones y descubierto la singularidad de su climatología.

VERSION DE FRANK M. CHAPMAN

Un bosquejo sobre la topografía colombiana, capítulo de la obra *The Distribution of Bird Life in Colombia* (1917), de Chapman, es una de las más hermosas interpretaciones que se puedan hacer de la fisiografía de nuestro país, pero tal contribución no es original en toda su extensión; en efecto: la *primera carta fisiográfica*, construída por Vergara y Velasco y editada en su gran obra cartográfica (1906), parece haber influído, de igual manera que su geografía (1901), en ese bosquejo. Sin embargo, el ilustre científico norteamericano, que cita con sin igual diligencia a muchísimos exploradores, ignora esta exhuberante fuente de nuestro investigador. Y tal desconocimiento resulta extraño, pues las obras de Vergara y Velasco —aunque menospreciadas en su propio ambiente y blanco de todos los escarnios su autor—, se encontraban en las librerías y en el ministerio de educación por la época en que debió visitarnos el señor Chapman. Pero aun ocurrida una involuntaria ignorancia, el bosquejo topográfico siempre resulta de segunda mano, por una prioridad de muchos años.

Las islas y penínsulas que veía Chapman con su símil del mar⁵ —que se leerá más adelante—, las destacó genialmente Vergara y Velasco en su geografía. Pero de otro modo, el *bosquejo sobre la topografía colombiana* parece, más bien, con sus mapas fisiográficos en colores y su brillante y didáctica presentación, una exégesis de los estudios del Ge-

(5) Es asombroso que la Sierra Nevada de Santa Marta, que se levanta aislada e independiente, fuera considerada como una isla por los hombres del descubrimiento y de la conquista, tal como nos lo da a conocer el historiador Juan Friede en sus *Conceptos Geográficos durante el Descubrimiento del Nuevo Reino de Granada* (Revista Bolívar No. 44). Tal idea, que se conservó insistentemente, no pudo ser equivocada. Seguramente el concepto surgió como una intuición fisiográfica.

neral, ricos en datos altimétricos, en observaciones, en concepciones sobre el clima y con una rica presentación cartográfica de planos y perfiles personalmente elaborados por su autor, y que le hicieron acreedor al premio *Charles Manoir*.

Jamás trataría de demeritar la obra magnífica de Frank M. Chapman, original en cuanto al estudio de las aves se refiere. Pretendo, solamente, deslindar y amojonar la muy valiosa de Francisco Javier Vergara y Velasco, porque a causa del injusto menosprecio que sufrió su autor, no falta quien, al valorarse sus ideas, quiera desconocer a su legítimo progenitor.

A continuación presento, fragmentariamente, el importante capítulo de Chapman⁶:

.....

EL RELIEVE COLOMBIANO. — Debe observarse que en el Ecuador, la Cordillera de los Andes, en cuanto a fauna se refiere, está compuesta de una sola cadena, por consecuencia, con una sola vertiente al Pacífico, una sola vertiente al Atlántico y una Zona Templada, bordeada a cada lado por las islas de las Zonas Páramos y los picos más altos. Pero después de cruzar la línea límite de Colombia, esta gran Cordillera se ramifica en tres bien definidas y separadas entre sí por un valle que descende a la Zona Tropical. El Valle del Magdalena situado entre los Andes Centrales y Orientales no mide nunca menos de treinta millas de ancho; en su parte baja, es aún más ancho. El Valle del Cauca, situado entre los Andes Centrales y Occidentales, desde poco más al Norte de Popayán hasta el Norte de Cartago, tiene un ancho de veinte a treinta millas, pero en Antioquia se contrae al ancho del río Cauca, de cuyos márgenes orientales y occidentales se levantan los Andes Centrales y Occidentales, respectivamente.

Excepción hecha de esta región, en ningún otro sitio en Colombia se aproximan estas tres Cordilleras, de los Andes la una a la otra, y en ningún sitio, la vida de sus zonas altas, Subtropical, Templada y Páramo, hacen contacto con la zona correspondiente en la Cordillera vecina.

Debe notarse, además, que las tres Cordilleras mueren en la Zona Tropical, la Occidental y Central en Colombia, y la Oriental en Venezuela. Por lo tanto, es lógico que sus tres zonas altas terminan, por decirlo así, en el aire, o sea que en su parte más al norte, no tiene tal conexión por descenso gradual de los límites de zona con creciente latitud Sur, como existe, por ejemplo, en la Zona Templada de Colombia, entre 9.500 y 12.000 pies, y la Zona Templada en Argentina a nivel del mar.

Los Andes Occidentales no tienen alturas que lleguen a la línea de nieve, y sabemos de cuatro puntos solamente donde entran en la Zona Templada, uno de ellos, el Paramillo, está situado a la terminación norte de la Cordillera. Parece que

no existen pasos a menos de 4.900 pies (Cresta de Gallo a 4.924 pies) y que la altura promedio es de 7.000 pies y la cima de la Cordillera está generalmente dentro de la Zona Subtropical.

En los Andes Centrales existen varias alturas cubiertas de nieve, siendo frecuentes las islas de Zona de Páramo. No tengo noticias de que exista ningún paso a menos de 10.000 pies y el promedio de altura puede fijarse en 11.000 pies aproximadamente, y su cima está, por lo tanto, en su mayor parte dentro de la Zona Templada.

En los Andes Orientales existen varias alturas cubiertas de nieve, siendo frecuentes las islas de Zona Páramo. Hasta donde tengamos noticia, solamente en un punto, antes de llegar a la extremidad Norte de Colombia, caen a la Zona Templada, en el paso de Andalucía, entre el alto Valle del Magdalena y la región del Caquetá, a una altura, según la fija Miller, de sólo 7.000 pies.

Además de estas bifurcaciones de la Cordillera de los Andes, todas las cuales se conectan en su base al norte de la línea límite del Ecuador, Colombia posee otras dos regiones montañosas: la Baudó-Panamá y las Samarias.

.....

Las pruebas zoológicas confirman la creencia geológica de que la Sierra de Santa Marta es de formación independiente y no tiene conexión alguna con la Cordillera de los Andes. Como tal, la vida de este grupo sube a la Zona Tropical, es insular y el estudio del origen geográfico de sus formas es, claramente un problema circunscrito, suplementario, a aquel representado por la vida de la cadena Andina principal.

Fuera de estos grupos montañosos más pequeños, es obvio que la extensión, casi todo el largo de Colombia, de esas tres Cordilleras de gran altura, cortan de manera efectiva la Zona Tropical por la cual pasan, dividiéndola en varias secciones, cada una de las cuales está más o menos separada de las otras.

.....

Los BOSQUES. — En la Zona Tropical existen cinco grandes áreas de bosque tupido y húmedo. Nombrándolas por orden según su importancia son: 1º La Amazónica; 2º La costa del Pacífico; 3º El Bajo Cauca-Magdalena; 4º La hoya de Maracaibo cuya parte occidental penetra en Colombia, y 5º Las Samarias.

.....

..... Aquella parte de la Zona Tropical de Colombia que no está cubierta de densos bosques, puede agruparse bajo cuatro títulos: 1º Los Llanos; 2º Caribe; 3º El Alto Magdalena, y 4º El Alto Cauca o verdadero Valle del Cauca. Aparte de estas divisiones existen bolsas semi-áridas como el Alto Dagua en la vertiente occidental de los Andes occidentales, serranías faltas de vegetación como las que existen arriba de Dabeiba, o valles cubiertos de

(6) "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias" No. 30.

matorrales, como aquel del Bajo Rionegro, pero éstas y otras variaciones análogas no afectan la veracidad y precisión general de nuestra clasificación.

..... Bajo el título general de Bosques de Montaña podemos incluir los bosques de las Zonas Subtropical y Templada. Ambos pueden calificarse como bosque nube, determinándose el límite más bajo del primero por la altura de condensación; el límite más alto del segundo, por la temperatura a que el crecimiento de los árboles termina.

Dependiendo su continuidad de las condiciones topográficas o la relación entre la exposición de la vertiente y las corrientes de aire prevalentes, en la altura relativa de cerros y serranías contiguos y otras condiciones relativamente locales, se necesitaría hacer un estudio detallado para levantar algo que se aproxime a un mapa exacto, en que se mostrara la distribución de los bosques de montaña en Colombia.....

Los bosques de Zona Templada, tanto por la altura mayor requerida como por la menor cantidad de lluvias que generalmente prevalecen en esta zona, son de una continuidad inferior a aquellos de la Zona Subtropical.

Como se dice anteriormente, las regiones desprovistas de bosques arriba de los trópicos se encuentran en la mayor parte en la Zona Templada, donde, como en la Sabana de Bogotá, y en esa región al Sur de Popayán, por ejemplo, hay grandes extensiones desprovistas de árboles.

EL CLIMA. — La temperatura de cualquier punto en Colombia muestra tan poca fluctuación durante el año que las estaciones se marcan no por el aumento o baja en la temperatura, sino por lluvias.

El escalar una montaña en la cual, en el sentido de la fauna, varios centenares de pies de altura pueden representar varios centenares de millas de latitud, es una experiencia muy impresionante y fascinadora para el zoógrafo. Uno se sorprende de la claridad de las zonas de vida que encuentra y llega a especular sobre el origen de sus bien caracterizadas flores y faunas. Que la distribución altitudinal de plantas deberá concordar íntimamente con cinturones o zonas, los límites de las cuales están determinados primeramente por temperatura, no es de sorprender, pero que criaturas tan móviles como las aves queden confinadas dentro de límites más o menos precisos por esas barreras invisibles, es prueba convincente de la potencia de las mismas, como también de la sensibilidad de los organismos sobre los cuales obran.

En los trópicos nadie puede pararse en las faldas de una montaña cubierta de nieve sin comprender que la temperatura, influida por la altura, es el factor predominante en la producción de las flores y faunas que se encuentran entre su base y su cima. Donde la humedad y en algunos casos, las características del suelo añaden su influencia, las líneas divisorias de las zonas de vida se definen más vivamente. Uno puede pasar, por ejemplo, del límite alto de los áridos trópicos en la vertiente oriental de los Andes Occidentales, a bosques tupidos de los subtropicos húmedos en sus cimas, en menos de dos minutos, y encontrar un cambio completo en la vida de los pájaros.

Un estudio de la vida de las aves de los Andes colombianos muestra que está distribuida en cuatro zonas, y puesto que la zona baja se extiende en su totalidad dentro de los trópicos, es consecuente que las zonas restantes son todas altitudinales. En tanto que he tenido la tentación de usar los nombres locales más descriptivos, he considerado más deseable aceptar términos generales ya existentes que son generalmente más aplicables. Las zonas y sus límites altitudinales son como sigue:

Zona Tropical. Nivel del mar a 4.500-6.000 pies.

Zona Subtropical. 4.500-6.000 pies a 9.000-9.500 pies.

Zona Templada. 9.000-9.500 pies a 11.000-13.000 pies.

Zona Páramo. 11.000-13.000 pies a la línea de nieve (15.000 pies).

Estas divisiones corresponden a las de "Tierra Caliente", "Tierra Templada", "Tierra Fria" y "Páramo" de otros autores, pero las alturas dadas aquí son mayores que esas basadas únicamente en la temperatura.

LA ZONA TROPICAL Y SUS FAUNAS. — La Zona Tropical en Colombia ocupa toda aquella parte del país ubicada abajo de una altura de 5.000 pies. En algunas partes no se extiende mucho más arriba de 4.500 pies, en otras alcanza cerca de 6.000 pies. Sus límites están determinados primeramente por temperaturas, pero dependen también de la humedad puesto que la humedad por sí misma afecta la temperatura, por irradiación.

En los tupidos bosques en la vertiente de los Andes Occidentales sobre el Pacífico, la falta de superficies favorables para irradiación conduce a una temperatura más baja de la que se encuentra en el nivel correspondiente en las áridas vertientes orientales de la misma cordillera. Por consecuencia, la margen superior de la Zona Tropical queda por lo menos 1.000 pies más arriba en la ladera oriental que en la ladera occidental de estas montañas.

.....Dentro de sus límites latitudinales de la Zona Tropical, se puede decir que es un mar de vida en el cual las zonas superiores son apenas islas.

Volviendo a nuestro símil con el mar, cuando como en Colombia, las islas de las zonas superiores asumen el grado de penínsulas o son lo suficientemente numerosas para ser comparadas con archipiélagos, se forman bahías más o menos encerradas por tierra, las cuales principalmente a causa de su aislamiento, vienen a ser centros de desarrollo de nuevos tipos.

Todas estas características de la Zona Tropical, comparadas con aquellas de las zonas superiores, existen en Colombia, y la tentativa de definir sus áreas de fauna resulta del reconocimiento de no menos de cinco, más o menos bien definidas faunas, como sigue:

- 1—La Colombiana—Pacífico.
- 2—La Cauca—Magdalena incluyendo los dos sectores, húmedo y árido.
- 3—La Caribe.
- 4—La Orinoco.
- 5—La Amazónica.

VERSION DE CARLOS E. CHARDON

La obra del doctor Chardón, científico y educador puertorriqueño, sobre nuestros problemas biológicos, está impregnada del más puro afecto por Colombia. Sus *apuntaciones sobre el origen de la vida en los Andes* (1938), son una contribución de gran valor al esclarecimiento de los problemas climáticos del tridente andino. Las conclusiones de este estudio, son las siguientes:

ORIGEN DE LA VIDA EN LOS ANDES. — Al surgir la cordillera en la vecindad del ecuador, a alturas muy grandes, se crearon regiones altitudinales nuevas de gran extensión, con climas muy distintos a los de la región tropical más baja. En esta región tropical, pre-andina, existía también —con gran profusión de especies— una fauna y una flora pre-andina.

Las tres reglas biológicas que explican el origen de la fauna y la flora en los Andes, son las siguientes:

PRIMERA REGLA: LA EVOLUCIÓN ALTITUDINAL DE LAS ESPECIES. — Esta regla se fundamenta lógicamente en la teoría de la evolución de las especies —ya sea por variaciones o mutantes—, su adaptación a las nuevas condiciones del ambiente y la supervivencia del más apto.

Esta regla determina que a mayor altura, mayores son los cambios y las diferencias de las especies. Como secuela de esto, "los endemismos aumentan en proporción directa a la altura sobre el nivel del mar".....

Al surgir la cordillera, surgieron regiones más altas con climas más fríos hasta terminar en la línea de las nieves perpetuas. La flora y la fauna pre-andina, de acuerdo con el fenómeno de evolución vertical, fue proveyendo los elementos de los pisos superiores, y se produjeron especies que se adaptaron a estas nuevas condiciones. Mientras mayor la altura, más intenso el cambio en el ambiente, y más intensos también, los cambios de las especies.

Ejemplos típicos de evolución altitudinal son las plantas superiores. Las especies de *Cestrum* y la tribu *Thibaudiae*, indican un endemismo progresivo determinado por la altura. *Ceratostema* tiene un 100 por ciento de endemismo a alturas mayores de 2.000 metros. Los "frailejones" (*Espeletia*) sólo se encuentran, con raras excepciones en el piso del páramo, a más de 3.000 metros.

Mientras más alto, mayor es la autonomía de la flora en su esfuerzo de adaptarse a las condiciones del clima. En la mayor parte de las especies las hojas empiezan a achicarse, en otras, como en los frailejones, las hojas están provistas de preciosa lana: hay *Fragaria* con grandes tallos subterráneos y en los *Hypericum*, las hojas asumen las formas de las coníferas; todo, en fin, cambia bajo los efectos del clima y la adaptación a las nuevas condiciones del ambiente es el factor determinante en la supervivencia del más apto. Las flores asumen los colores más vivos y en septiembre y octubre, una vistosa alfombra tapizada de flores de todos los colores cubre los solitarios páramos, como simbolizando el triunfo de la vida sobre el ambiente de aquellos agrestes parajes. Nada hay más bello que los páramos durante la florecida del "frailejón". Y todas las especies son autóctonas, productos del medio y de la maravillosa adaptación formulada por las leyes de Darwin.

Al igual que las plantas fanerógamas, los hongos parásitos, siguen esta misma regla de distribución altitudinal y en el caso de los *Dotideales* y *Uredinales*, el por ciento de endemismos aumenta progresivamente hacia arriba.

En los insectos, y especialmente en los Coleópteros, las especies del piso templado son casi todas distintas a las de abajo, y en el páramo y la línea de nieve, son todas nuevas, no conocidas en ningún otro habitat. Los cambios producidos por la altura son notables en extremo, produciéndose no sólo especies, sino géneros nuevos.

Si se fuera a tabular los endemismos de estos tres grupos tan apartados de seres y su distribución de acuerdo con la altura, sería fácil concebir que los mismos fenómenos que han determinado la presencia de la mariposa de Humboldt en lo alto del Chimborazo, han determinado la aparición de los vistosos "frailejones" en los páramos de Colombia

y Venezuela, y la presencia de *Puccinia Pittierana* que destruye los sembradíos de papas en las vertientes del Nevado del Tolima. La evolución altitudinal de las especies, y los "endemismos aumentan proporcionalmente con la altura sobre el nivel del mar".

.....

SEGUNDA REGLA: EMIGRACION AUSTRAL TERRESTRE. Esta regla biológica es aplicable, de acuerdo con los estudios de Chapman, al grupo de las Aves. La avi-fauna del piso sub-tropical se ha originado de las especies del piso del trópico. En el tercer piso, el templado, una parte se ha derivado del piso inferior del sub-trópico (primera regla), pero otras (segunda regla) se han venido corriendo por las cordilleras, desde climas análogos a niveles menores del sur del continente. Las aves del páramo, provienen de la Patagonia y la Tierra del Fuego, donde se les encuentra a nivel del mar, y han emigrado por la cordillera hacia el norte, hasta habitar los páramos del Ecuador y Colombia.

En otras palabras, las especies australes han seguido al clima el cual, en el equinoccio, se encuentra en el piso superior andino.

En completa contraposición a la regla anterior, las especies endémicas no aumentan con la altura, sino que los "endemismos disminuyen en proporción directa a la altura sobre el nivel del mar".

TERCERA REGLA: POR EMIGRACION AEREA. — Esta última regla biológica es aplicable, de acuerdo con nuestras propias observaciones, a los hongos saprofitos, especialmente al grupo de los discomicetos. Los hongos se reproducen por esporas microscópicas que se ha probado flotan en la atmósfera a grandes alturas. Las especies saprofitas de las regiones templadas del globo, a través de la atmósfera, han ido proveyendo los elementos de una flora en los pisos altos andinos, en donde las condiciones de clima han sido favorables a estas especies. La evidencia que expusimos anteriormente es abundante en el caso de los Discomicetos; otros grupos de hongos parece que siguen esta misma regla.

Aquí, al igual que en la regla anterior (para las aves) y en contraposición a la que rige las plantas fanerógamas, los insectos y los hongos parásitos, apenas si ha habido evolución vertical de las especies, sino que al contrario, se podría tirar una línea horizontal imaginaria, a los 2.000 metros de elevación, arriba de la cual las especies tienen muy poca o ninguna relación con las especies de los pisos bajos, sino que éstas provienen mayormente, por emigración aérea, de las regiones templadas del globo. "Los endemismos, en tesis general, disminuyen en proporción directa a la altura sobre el nivel del mar, y se parecen más, a medida que uno sube, a las del norte de los Estados Unidos y Canadá, por una parte, y a las de Patagonia y la Tierra del Fuego, por otra".

.....

Doy a BIOLOGIA, en este caso, la acepción que le corresponde según la definición del célebre sabio de la Universidad de Bonn, Ludolf Christian Treviranus, quien dice que es la ciencia que estudia las diferentes formas que reviste la vida orgánica, las condiciones y las leyes que preciden a su existencia, y las causas que determinan su actividad⁷, pues así conviene a la clara interpretación de esta concepción de un Archipiélago Biológico, ya que de otra manera, por ejemplo con las conclusiones a que ha llegado Arnold J. Toynbee, podría carecer de sentido.

En efecto: dice el gran historiador, al criticar las opiniones en que se fundamentan algunas tesis sobre la génesis de las civilizaciones, que aplican los procedimientos de ciencias materiales, biología y geología, a un problema que es realmente espiritual. Un examen de los grandes mitos en que está conservada la sabiduría de la raza humana sugiere la posibilidad de que el hombre alcance la civilización, no como resultado de una condición biológica o un contorno geográfico superiores, sino como respuesta a una incitación en una situación de dificultad especial que lo lleva a hacer un esfuerzo sin precedentes hasta entonces⁸.

Pero cómo podría hacerse un deslinde entre la materia y el espíritu del hombre, para que el contorno geológico y físico que rodea su cuerpo sensible a los tropismos, y que obrará fatalmente sobre su complejo endocrino, pueda considerarse independiente de su alma? En obra de indiscutible valor científico (*Traite de Climatologie Biologique et Medicale*-1934), M. Piery muestra cómo se comporta el clima sobre todos los seres vivos, y especialmente con el hombre. Su exposición no podría tomarse con indiferencia, por ser la relación escueta de hechos incontrovertibles, como los que se refieren a la fitoclimatología y la zooclimatología, o los que tratan de la actividad solar sobre el movimiento de las masas humanas, o de aquellos otros que se relacionan con la climatopsicología... Pero esta cita es, apenas, incidental, pues la climatopsicología y la psicobiología ocupan un puesto de gran relieve entre las ciencias, para referirnos a ellas tan unilateralmente. Pero ya que Toynbee da a este problema un carácter excepcionalmente espiritual, me parece bien señalar el pensamiento del Padre Jesuita Gustavo Sauser, médico y científico de gran abolengo, rector de la Universidad de Innsbruck, quien en un estudio sobre el valor y la dignidad del cuerpo humano, dice que es visible el entrelazamiento y concatenación que existe entre el SOMA, el LOGOS y la PSYQUE del individuo⁹.

Reconocida esta acción universal del clima sobre los seres vivos, podemos ocuparnos ya de la natu-

(7) "Diccionario Tecnológico de Biología", Fuset Tubiá.

(8) "Estudio de la Historia" (Compendio), A. J. Toynbee.

(9) "El Valor y la Dignidad del Cuerpo Humano", Gustavo Sauser S. J. ("Revista Javeriana", No. 151).

raleza de nuestro territorio, que jamás llegaríamos a interpretar por la de otros países, por no tener par la del nuestro en todo el mundo. Valdría insistir en la siguiente observación expresada en un capítulo sobre los *insectos y el clima en Colombia* en 1944¹⁰; a saber:

Ni los vientos Alisios, ni los Monzones, llegan incólumes al interior del territorio; los cañones de las montañas, las colinas con inclinación diferente y los elevados farallones, los transforman en un sistema de brisas de relieve cuya dirección debe estar sujeta al régimen actínico anual, variable, como es obvio, desde el solsticio de Cáncer hasta el de Capricornio, y a la actividad periódica del sol.

Así, las brisas de relieve, los únicos vientos dentro de nuestra red orográfica, son los verdaderos progenitores de nuestro sistema pluviométrico: las lluvias orográficas. El sistema higrométrico es engendrado por las lluvias, por los vientos reinantes, por la altura y la temperatura.

Tal es, en síntesis, el ambiente complejo que ha de servir de fondo al estudio de la bioentomología colombiana.

Pero este complejo ambiente, esta red de microclimas, con zonas templadas y frías dentro del círculo ecuatorial, es un anfiteatro, no para una rama exclusiva de la vida, sino para esa biocenosis constituida por el hombre y por todos los demás seres cuyas funciones están sujetas al imperio de ese mar tropical, del cual surge —con todos los atributos de las estaciones, pero proyectados en inamovible eternidad—, el Archipiélago Biológico, que se nos presenta como el artífice de una prometeda civilización. Esperemos a que se haga sensible, en forma creadora, la *incitación de Mefistófeles* y la *respuesta de Dios*, según la admirable inspiración de Toynbee.

POSEEMOS BASES PARA UNA CIVILIZACION AUTOCTONA?

La cultura occidental trasladada a América, a zonas templadas similares a las de su origen, ha crecido con el normal desarrollo de una planta que apenas sufre desplazamientos dentro de su mismo ambiente. No ocurre así en el trópico, porque entonces la misma cultura se comporta como un injerto que ha de renovarse permanentemente para que surta sus efectos.

Es interesante observar cómo ciertos árboles transplantados de la zona templada a la nuestra, ofrecen por algún tiempo —como un recuerdo del ciclo de las estaciones—, la defoliación invernal; y de cómo otras plantas de ascendencia boreal como el tulipán —tan codiciadas por todos los amantes de las flores hermosas—, sólo vienen a enseñarnos muy pocas veces sus inflorescencias, cuando las

arrastran a nuestro clima, y siempre con una triste agonía antes de consumirse.

Mas si en lugar de desarraigar con torpeza los tulipanes, los hiciéramos viajar por ciclos y climas, buscando el ritmo de su propia vida, tomando —por ejemplo— los bulbos de la bella liliácea adecuadamente, para llevarlos a la Sierra Nevada del Ruiz con el solsticio de diciembre; y luégo al Valle del Cauca con el equinoccio de marzo; y de allí a la estival Neiva con el solsticio de junio; y en el equinoccio de septiembre los trasladáramos a la apacible llanura de Guasca..., habríamos evitado la nostalgia de nuestros visitantes, y hecho franco y sin inhibiciones el ciclo de su desarrollo y de sus inflorescencias...

Sólo así como en este ejemplo, la cultura occidental podría subsistir sin renuevos o injertos en esta tierra, en una rotación continua, hacia nuestras estaciones perennes e inamovibles.

La ecología —dice Max Sorre en sus *Fundamentos Biológicos de la Geografía Humana*, obra laureada por la Academia de Ciencias de París—, considera a las disposiciones mentales en el grado en que reflejan los rasgos del ambiente y en el grado en que ellas también intervienen en el ajuste de la actividad general del ambiente.

Ajustando a este criterio nuestro Archipiélago progenitor de la más compleja red de microclimas, y, por consecuencia, del sinnúmero correspondiente de cuadros o provincias ecológicas, debemos aceptar que deben ser diferentes y numerosos los rasgos ambientales reflejados por las mentes de sus respectivos pobladores, verdad que ya nos había enseñado el General Vergara y Velasco. Pero de otro modo, como lo sugiere Sorre, esos diferentes grupos humanos pueden intervenir en el ajuste de la actividad general de sus respectivos ambientes.

De esta acción recíproca entre los diferentes grupos humanos con sus ambientes respectivos, deben originarse fuerzas creadoras, pausadas quizá, pero seguras en la concepción de la cultura del hombre colombiano, quien unas veces marchará a favor del ambiente, y otras, contra sus obstáculos.

FISIOLOGIA Y PATOLOGIA DE NUESTRA CIVILIZACION

Toda cultura pasa por los mismos estadios que el individuo. Tiene su niñez, su juventud, su virilidad, su vejez, dice Oswaldo Spengler¹¹. E indudablemente el todo tiene que participar de las cualidades de sus componentes, aunque el ambiente, en permanente mudanza, y la actividad mutua entre las distintas civilizaciones, traten de desvirtuar con tremendas mutaciones los ciclos spenglerianos. Ocurre algo semejante a la composición de las fuerzas concurrentes, en donde la suma puede no tener ningún parecido con las potencias y orientaciones de las integrantes.

(10) "Caldasia", órgano del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional, L. M. Murillo.

(11) "La Decadencia de Occidente", Oswaldo Spengler.

Las formas ecológicas innumerablemente variadas del Archipiélago Biológico, presentan agrupaciones humanas cuyo comportamiento es, igualmente, diverso. Resultan, en consecuencia, tantos tipos de reacción ambiental como aspectos ecológicos; y, por añadidura, las naturales reacciones entre los distintos grupos. Se deduce, pues, una confederación que se hace presente, no como una artificial resultante política, sino como un efecto biológico, muy útil por cuanto representa un impulso efectivo a su evolución, y que podría hacerse aparente por competencias de superación entre los distintos contornos ecológicos o estados federales. También, y muy especialmente, puede buscar el hombre los estímulos en los intercambios de ambiente, hacia el encuentro de las estaciones, como en el ejemplo propuesto del tulipán.

Pero, por otra parte, para que el mito mefistofélico de Toynbee¹² intervenga en esa gestación de nuestra cultura, será indispensable que atendamos a la inmigración de una raza propicia, no por sus dedicaciones agrícolas, ni por su habilidad manual, ni su acendrada religiosidad o su inteligencia... Procurémosla sólo por su belleza. Nuestro pueblo es rico en muchas virtudes morales, pero no siempre se hace presente en él ese perfil airoso y gentil, cuya ausencia suele humillar la cerviz en un terrible complejo de desolación. Convenzámonos de que al Mefistófeles de Goethe y de Toynbee, sólo le interesan las gentes hermosas.

Pero esas fuerzas propicias al desenvolvimiento de la cultura podrían frustrarse, si la política continua esa discusión bizantina, rica en depredaciones y parlamentos inanes. Recuerdo cómo el ilustre sabio Carlos Chardón —hace de esto cerca de veinte años—, fue requerido para que nos estudiara un proyecto de ley agropecuaria. El, después de hacer una revisión de todas las disposiciones vigentes, declaró que teníamos una dotación —hasta triplicada en muchos casos—, de cuantos elementos legales quisiéramos disponer, y que sólo faltaba una cosa: llevarlos al campo de la realidad!

Es hermosa la democracia y necesaria, indiscutiblemente¹³; pero jamás como la de ese tipo de ultra-

jantes cámaras, que hirió al pueblo con su lenguaje innoble y abyecto, y profanó su recinto, hiriendo con revólveres asesinos a uno de los hombres más ilustres de la patria.

Pero de otro modo, es necesario que nuestros gobiernos asistan, de todas maneras y con sentido de honda responsabilidad, a esa indeclinable cita que tenemos con nuestro destino. Si brillantes ideas nos han acercado muchas veces al camino de nuestro desenvolvimiento cultural y económico, otras muchas, cargadas de irresponsabilidad, de inconstancia, de versatilidad o de odio, nos han arrancado cruelmente de nuestro objetivo. Por esta razón deben mirarse esperanzadamente obras como las del actual ministro de Obras Públicas, Contra-Almirante Rubén Piedrahita Arango, quien realiza, con pujante entereza y pulcritud, una labor excelente para el país. De este modo el ferrocarril de Bogotá al Mar Caribe, hecho idea hace casi un siglo por el Presidente Eustorgio Salgar, será al fin una jubilosa realidad, como todas las otras empresas del eficiente ministro.

Redes magníficas de comunicaciones, aprovechamiento de fuentes hidroeléctricas, metódica explotación de minas, establecimiento de siderúrgicas, etc., no son obras que pudiéramos llamar de cultura, exactamente, pero sí son instrumentos para realizarla. Con tales medios no volverán a quedar convertidas en hojarasca las ideas de nuestros científicos y de nuestros pensadores. Así serán realidades, o en las comarcas agrícolas, o en las zonas ganaderas, o en los centros fabriles, o en los sistemas hospitalarios; en las universidades o en los laboratorios de investigación...

La fisiología de la vida se entiende mejor cuando se conoce la fisiología de la muerte. Así me parece bien, seguir esas leyes que Carlos Deperet estudió¹⁴ y que sirven para explicar la extinción de las especies y de los grupos.

La primera ley es la *del aumento gradual de la talla de las mutaciones de una misma rama, al elevarse de las ramas más antiguas hacia las más recientes*. La segunda ley, es la de la *especialización de las ramas filéticas*, con la consecuencia de que *sólo son susceptibles de evolución ulterior, los tipos orgánicos que no se han especializado*.

Nada resulta en efecto más sorprendente —dice Deperet— al seguir la historia paleontológica del globo, que ver las especies, los géneros, las familias

no cuenta con la preparación y educación necesarias, y no puede por ello ser considerada homogénea ni apta para la implantación de regímenes como los citados.

Además, está de moda el cortar todos los trajes políticos de las naciones de acuerdo con un molde único. Esto no da resultado en la práctica. Teóricamente, es natural que un sistema igual a otro funcione lo mismo; pero en la práctica, que es lo que cuenta en el asunto, no sucede así. El gobierno nunca se aparta demasiado de la estructura social, así se le den bases teóricas de la clase que se quiera. Para cambiar, hay que hacerlo desde el fondo, preparando adecuadamente al pueblo que deberá ser gobernado. "El Independiente", Marzo 4 de 1956.

(14) "Las Transformaciones del Reino Animal", Carlos Deperet.

(12) La teoría de Toynbee sobre la génesis y desintegración de las civilizaciones, es la siguiente: *En la exposición que hace Goethe del argumento de la Divina Comedia, Mefistófeles es creado para que lo engañen —tal como a pesar suyo, y demasiado tarde, llega a descubrir el diablo—. Sin embargo, si Dios, al responder al desafío diabólico, no vacila en arriesgar las obras de su creación, como debemos suponer que lo hace, con el objeto de ganar la oportunidad de crear algo nuevo, también nos vemos obligados a suponer que el diablo no siempre pierde. Y así, si la operación de incitación y respuesta explica las génesis y los crecimientos de las civilizaciones (que de otra manera resultarían inexplicables e imprevisibles), también explica sus colapsos y desintegraciones. La mayoría de la veintena de civilizaciones que conocemos ya han entrado en colapso, y la mayor parte de esa mayoría ya ha recorrido hasta el fin la pendiente que termina en la disolución. "La civilización puesta a prueba".*

(13) Sobre nuestras democracias, ha expresado las siguientes ideas, dignas de meditación, el historiador y pensador inglés Arnold J. Toynbee, que ahora nos visita: *No creo que pueda haber en estos países un gobierno totalmente constitucional (en el sentido democrático), como en ciertos países nórdicos, mientras la estructura social continúe como ahora; la gran masa del pueblo*

y hasta los grupos de orden más elevado, evolucionar con una riqueza variable de formas, decrecer luego y desaparecer casi siempre en forma bastante repentina.

Estas leyes determinadas para las especies fósiles, encierran, en mi concepto, algunas de las más importantes expuestas por Toynbee en su *Estudio de la Historia*, para explicar la extinción o colapso de las civilizaciones. Así, por ejemplo, el gran sociólogo trae la siguiente cita¹⁵ sobre la ley llamada por él la *idolización de una técnica efímera*, y que corrobora mi afirmación: *En la evolución es probablemente siempre acertado el aforismo del Doctor Inge: "nada fracasa como el éxito". Una criatura que ha llegado a adaptarse tan perfectamente a su contorno, un animal cuya capacidad y fuerza vital enteras se concentran y emplean triunfando aquí y ahora, no dejan nada de suplementario con que responder a cualquier cambio radical. Edad tras edad se hace más perfectamente económico en el modo en que todos sus recursos responden exactamente a sus oportunidades corrientes y acostumbradas. Al fin puede hacer todo lo que es necesario para sobrevivir sin ningún esfuerzo consciente o movimiento inadaptado. Puede por tanto vencer a todos los competidores en su campo especial; pero igualmente, por otra parte, si este campo cambia, tiene que extinguirse. Este éxito de eficiencia es el que parece ser responsable de la extinción de un enorme número de especies. Mucho antes, Metchnicoff había expresado una sentencia que conduce a las mismas reflexiones: El bienestar personal es uno de los síntomas de la parálisis general.*

Hay en las culturas actuales, cuya desintegración es inminente, satisfacción de poderío. Los medios de subsistencia se han superado. Hay tratados como algunos de Lin Yutang, sobre el placer de vivir, sobre el bienestar personal... El hombre de las zonas templadas está armado de una gigantesca estatura, y *edad tras edad* ha ido perfeccionando su vida tanto por cuanto atañe a su economía como a su defensa, al punto de haber alcanzado una tremenda superioridad por su especialización. Pero si este campo cambia, tiene que extinguirse, según ya quedó expresado. Y este campo está cambiando, porque el bienestar ha embotado las facultades creadoras, y la especialización está obnubilando el entendimiento. Los diez mil *robot* dejan en perfecta holgazanería la mente, y en lugar del análisis, en la universidad se buscan las reglas, las claves y las fórmulas. Ante la imposibilidad de superación, los artistas modernos han inventado el subterfugio de que el arte es algo que *no tiene nada que ver con la realidad*. Quizá en las artes modernistas, literarias, musicales o plásticas, sólo exista una verdad: *el dolor de los artistas*¹⁶.

(15) "Estudio de la Historia", Toynbee (pág. 335, Heard, Gerald: "The Source of Civilization").

(16) "Las Confusiones de don Agustín", Marta Traba ("El Espectador", Diciembre 31 de 1955).

Si no se puede superar, ni imitar siquiera, a Fidias y a Praxíteles; ni a Miguel Angel ni a Rodin; ni a Giorgioni ni al Ticiano; ni a Rafael ni a Leonardo; ni a Rubens ni a Rembrandt... Si el actual arte musical sólo es una versión simiesca de la noble armonía creada por los grandes maestros clásicos... Si la obra científica de hoy, es la fórmula incompletamente aprendida en manos del *aprendiz de brujo*...¹⁷, es porque ha cambiado el ambiente, y los recursos de la extraordinaria especialización de las culturas occidentales están en bancarrota...

Maravillosa experiencia para nosotros, los hombres del Archipiélago Biológico, cuya constitución fisiológica-federal de nuestro suelo —que inhibe todo acostumbamiento y desmesurada especialización—, crea un sistema, quizá de lento progreso, pero de consecuencias halagüeñas para nuestro porvenir.

EL PROBLEMA AGRICOLA DENTRO DEL ARCHIPIELAGO BIOLOGICO

Esa clasificación climática del país, en zonas tórridas para las llanuras y valles que no pasan del nivel de los ochocientos metros; de primaverales para los colocados inmediatamente sobre ese nivel; y de polares a los de las nieves perpetuas, es considerada como caprichosa y absurda por nuestro astrónomo y climatólogo, doctor Jorge Alvarez Lleras, quien dice, que por extenderse nuestro país en la zona tórrida, sus climas deben ser, por consecuencia, tropicales, *porque lo que caracteriza y determina la climatología del globo es la duración diurna de la radiación solar y la inclinación de los rayos solares al penetrar en la atmósfera terrestre*¹⁸.

Pero si a nuestro país tropical le ha correspondido un singular régimen climático por efecto de su original sistema de montañas, en donde estaciones como las de la zona templada se han hecho presentes en forma aparentemente inamovible, no hay razón para que las desconozcamos, sino, antes bien, nos dediquemos a estudiarlas con empeño, ya que sus modalidades son el verdadero yunque de nuestra economía, de nuestra raza y de nuestra civilización.

Pero podría considerarse con todo rigor, que alguna porción del globo terrestre, así quede sobre el mismo ecuador, podría estar libre de mudanzas ante las respectivas posiciones astronómicas del sol? La inclinación de los rayos solares sobre el anillo tropical, es insignificante; pero seguramente de importancia sobre esos pliegues con pendientes de todas las inclinaciones que ofrece el complicado sistema orográfico de nuestro Archipiélago. Y en cuanto al paso del sol por los puntos solsticiales,

(17) "Cantar de los Cantares", Luis María Murillo.

(18) "Condiciones Climáticas del País", Jorge Alvarez Lleras (Revista "Colombia", Contraloría General de la República).

es posible que la ciencia descubra que pueden tener importancia trascendental para nuestro ambiente, como ya se deduce de las investigaciones sobre las heladas de la Sabana de Bogotá, llevadas a cabo por el doctor Antonio María Barriga Villalba, una de las más aquilatadas figuras de la ciencia colombiana. Según este distinguido científico, somos unos habitantes temporarios del trópico de Cáncer en diciembre, y del de Capricornio en junio.

Por otra parte, nuestros climas no son una creación de la imaginación, sino que están determinados por una fisonomía vegetal inconfundible, de la cual se han ocupado dos eximios botánicos: mis amigos Armando Dugand y José Cuatrecasas.

Dice el doctor Dugand¹⁹, que las especies vegetales habitan según necesidades fisiológicas peculiares, en aquellas condiciones de medio que le son indispensables, de donde resulta que las plantas que tienen idénticas o muy parecidas exigencias y tolerancias se presentan reunidas en los sitios donde existen esas condiciones. Así, por ejemplo, el tipo ecológico determinado por las *higrofitias* y *subhigrofitias* corresponde, según Dugand, al de las selvas del Chocó, de la costa del Pacífico, y en ciertas comarcas de la hoya amazónica y del valle central del Magdalena, regiones de temperaturas elevadas y de lluvias frecuentísimas. Los tipos *xerofítico* y *subxerofítico*, más o menos *tropofíticos* (de condición variable por la temperatura o la humedad, etc.), son propios de algunas regiones planas, como los Llanos Orientales, las sabanas de la Costa del Caribe y la Guajira. El tipo *psicrofítico* corresponde a regiones de frío perenne como el de las tierras nevadas y los páramos, y está caracterizado en Colombia, entre otras especies, por las *Espeletia* o frailejones y las *Puya* o piñuelas. Y como éstos tipos ecológicos hay muchísimos, que representan el aspecto de cada sección de nuestro Archipiélago, y cuya investigación adelanta, con nobilísima consagración, José Cuatrecasas.

Si las distintas regiones del país deben deslindarse por los rasgos especiales de sus sinecias, no es posible considerar sin importancia las razones de esas diferencias, o sean las estaciones climáticas que, a pesar de todo, surgen por efecto de nuestro relieve especial andino, dentro de los círculos tropicales.

PRIMUM VIVERE

Si la subsistencia es la primera preocupación de la humanidad, su primer contacto, su primera ocupación y la inmediata orientación de sus proyectos, han de ser los recursos naturales de su ambiente. Románticamente, desde la expedición botánica de Mutis, se ha creado un mito que sólo ha fructificado en la imaginación: COLOMBIA, TIERRA DE

AGRICULTURA, sentencia y motivo obligado de los tribunos políticos y de los programas de casi todos los gobernantes. Pero estas cosas que se debaten fuera de laboratorio y de los campos de experimentación, suelen venirse al suelo por las mismas razones que las han mantenido en el pínaculo. Así mató al mito el doctor Laureano Gómez, con sus célebres conferencias que llamó interrogantes sobre el progreso de Colombia²⁰, viniendo desde entonces a menos esa alharaca de nuestro porvenir agrícola, aunque, de otro modo, los presupuestos para este objeto han sido siempre, antes y después, modestos, y humilde el criterio que sobre él se ha tenido, compendiado en el aforismo: *quien no tiene dedos para organista, que se vaya a sembrar papas.*

Sin embargo, las afirmaciones del doctor Gómez son ciertas de igual manera que las de su inspirador Pierre Denis, pero es una certidumbre como esa de la *hacha* del viejo cuento de Grimm, divulgado por Calleja, conocido con el nombre de *Juana la Lista*, en donde llegó a llorar toda una familia porque una hacha prendida a la pared de una cueva, podría matar al hijo que llegara a *Juana la Lista* cuando se casara con su novio *Manolito*. El doctor Gómez descubrió ante un sapientísimo auditorio congregado en el Teatro Municipal de Bogotá, con pruebas irrefutables, que Colombia no podía ser una tierra propicia para la cultura, porque sus regiones eran, o eriales, o tremedales, o selvas inhóspites o mansión de mosquitos vectores de fiebres malignas... Por todo el país se propagó la cruel revelación, cundió la histeria, nos convertimos en plañideras, y a nadie le ocurrió que la *hacha* podía quitarse... Y ese ha sido el eterno conflicto colombiano: señalar nuestros males con dramatismo y tramoya, al margen de la ciencia y de la experimentación, y por políticos que, por otra parte, suelen desconocer estas cosas...

Y de que la *hacha* podía quitarse, son evidentes pruebas, entre otras, los siguientes hechos: la lucha eficaz que el Ministerio de Salud Pública adelanta contra los insectos transmisores de las más graves epidemias tropicales; el vencimiento definitivo de la fiebre amarilla, llevada a cabo por investigadores colombianos, fundadores del Instituto Finley, con la colaboración de la fundación Rockefeller, y quienes obtuvieron y perfeccionaron la vacuna contra dicha peste; la transformación de los eriales del Tolima y de otras regiones antes desérticas —por medio de magníficas obras de irrigación prospectadas y realizadas por ingenieros colombianos—, en ricas comarcas aldoneras y arroceras, al punto de que ya no volverán a ocurrir esas importaciones de arroz como las que hubo de hacer el doctor Gómez a los Estados Unidos, para mantener las peonadas que trabajaban en el ferrocarril de Bolombolo a Cañafistula que él organizara; las malezas que acabaron con la floreciente producción gana-

(19) "Apuntaciones sobre el Medio en general y la Vegetación en Colombia", Armando Dugand (Revista "Universidad Nacional de Colombia").

(20) "Interrogantes sobre el Progreso de Colombia" (1928) Laureano Gómez.

dera del Valle del Patía y persiguen a los buenos pastos de las vegas del Alto Magdalena, como el pelá, el ambucá, el payadé, etc., ya no seguirán siendo una amenaza para los ganaderos, ni para nadie que sufra de las malas yerbas, pues la química moderna ha descubierto y perfecciona cada día los medios para erradicar esas perniciosas plantas que hoy ya se pueden reprimir en grandes extensiones y en pocas horas, por gracia de la aviación y de esas substancias que no eran conocidas por la época en que se escribía la aciaga embestida contra Colombia, enjuiciada entonces con crudeza semejante a la que es de uso contra los hombres públicos... Tampoco podría ser realmente desconsoladora para el futuro la ganadería llanera, en efecto: piensa el doctor José Vicente Pacheco, veterinario de reconocida autoridad, que si en los Llanos Orientales se ha sostenido y multiplicado en proporción significativa por más de cuatrocientos años el ganado lanzado allí desde la conquista española, a pesar de la carencia de toda contribución humana, es porque esa tierra es habitat propicio y feraz para la industria ganadera. Las obras de forestación, oficial o particularmente emprendidas, son de larga espera, pero su desarrollo, por la bondad de los suelos propicios, anuncia óptimos frutos que darán con generosidad, a las futuras generaciones, las traviesas para los ferrocarriles, los pilotes para las estacadas, o los elementos maderables para otras empresas, y de cuya falta, con tanta razón se condolía el autor de los interrogantes sobre el progreso colombiano. De igual manera podemos contar para el presente y en mejor forma para un futuro muy próximo, con estructuras de acero que no vendrán del exterior, sino de los altos hornos de nuestras propias siderúrgicas. Tengamos confianza mientras Dios y la ciencia nos ofrezcan su ayuda.

Pero tampoco es impropicia nuestra raza. Rómulo Rozo creó en Méjico una figura que se hizo pronto popular, y que llamó melancolía de la raza indígena; y Luis Fernando Rivera creó otra semejante en Bogotá, que llamó infortunio. Tal *melancolía* y tal *infortunio*, a pesar de su innegable belleza, no son en realidad otra cosa, que la consagración artística al pulque y a la chicha. Esas tristes figuras antes de ser talladas en piedra y arcilla, las había visto yo, esculpidas en carne viva. Si el estado cantinero desapareciera, y el Catecismo del Padre Astete y la Cartilla Cívica pudieran ser enseñadas al niño, ejemplar y experimentalmente, con sentido de responsabilidad y de amor hacia lo bello, no habría raza mala, y serían buena arcilla para la cultura, el blanco y el negro, el indio, el mestizo y el mulato...

INVESTIGACION Y EXPERIMENTACION

El mayor error cometido en nuestro precario desarrollo agrícola, ha sido el de tomar como orientación el de las zonas templadas. Hay principios

universales que reglan la vida de las plantas, sin duda alguna, pero el comportamiento metabólico de éstas no puede ser igual bajo la acción del paso del sol por los puntos equinocciales y solsticiales, que sometidas a la acción relativamente perenne de cualquiera de nuestras estaciones. Así requerimos de una original investigación de todos los fenómenos naturales de nuestro ambiente, para lo cual son, apenas, modestísima ayuda, los conocimientos exóticos.

El hombre ha dado poderosas pruebas de su poder sobre la orientación de la vida vegetal, como lo atestiguan las mutaciones alcanzadas por el portentoso descubrimiento del Padre Gregorio Mendel, o las investigaciones genético-citológicas de Thomas Hunt Morgan, realizadas inicialmente sobre la *Drosophila melanogaster*, mosquita de la cual se ha dicho que parece como si hubiera sido creada por Dios para mostrar el milagro prodigioso de la herencia. Pero también debemos reconocer como una gran contribución, en este sentido, las renovaciones de la naturaleza de Iván Vladimirovich Michurin y los trabajos sobre la herencia y la variabilidad de Trofim D. Lysenko. Las teorías pueden ser falsas y pueden discutirse, pero los hechos son incontrovertibles. Por esta razón, además de la investigación, debemos dar mucha, muchísima importancia a la experimentación. Así fueron empíricas las aclimataciones del maíz, la papa y el tabaco de nuestra flora, en las zonas templadas, en donde se las convirtió en verdaderos emporios de riqueza. Y el café y los cítricos, el trigo, la cebada y la caña de azúcar, de ascendencia foránea, también empíricamente han sido domeñados para que sirvan a nuestra economía.

Las leyes que rigen la vida fuera de los trópicos, suelen no tener que ver nada con la de nuestro Archipiélago; tal sucede, por ejemplo, con la ley bioclimática expresada por el insigne entomólogo Andrew Delmar Hopkins así: la que impone que, a través de los continentes y con iguales condiciones fisiográficas, los fenómenos de las estaciones, del clima y de la vida, deben ser iguales al mismo nivel y a todo lo largo de las líneas señaladas como isóphanas, que se desvían de los paralelos de latitud en la razón de un grado de latitud por cinco de longitud; y que, a partir de cada línea en grados de latitud de los polos y del ecuador, o en pies de altura sobre o bajo el nivel dado, los efectos impuestos deberán variar en una uniforme, constante proporción, que pueden medirse en unidades de tiempo o de temperatura²¹. Para desechar absolutamente esta ley de cualquier consideración que atañe a nuestro ambiente, bastaría tener presente la enorme desigualdad fisiográfica del territorio colombiano.

Consideremos ahora este otro ejemplo, que he tomado de la obra *Equilibrio de Materia Orgánica*

(21) "Bioclimatics", A. D. Hopkins.

en *Plantaciones de Café*, de los agrónomos Suárez de Castro y Alvaro Rodríguez, quienes dicen en su capítulo *Revisión Bibliográfica*, que el contenido de la materia orgánica en función del clima ha sido bastante estudiado en la zona templada; que varios investigadores han encontrado correlaciones entre algunos factores climáticos (especialmente lluvia y temperatura) y el contenido de la materia orgánica; y que otros han objetado la validez de tales teorías para áreas fuera de la zona templada. Es decir: que tampoco en este caso nos sirve la investigación foránea, y que si algo queremos saber de nuestros suelos, debemos investigarlo originalmente, como, con ejemplar consagración, lo están haciendo en la Estación de Investigación y Experimentación Cafetera de Colombia, con científicos como el agrónomo Fernando Suárez de Castro, quien es, además, escritor y expositor magnífico.

Pero veamos como, por otros campos de la actividad biológica, encontramos, también, aspectos nuevos para la investigación:

Fuera de las islas biológicas de Myers²², formadas por barreras vegetales que impiden el acceso de ciertas faunas entomológicas de unas zonas a otras, nuestro Archipiélago tiene las de origen climático, en donde la vida está circunscrita para los insectos en relación con el carácter estenoico o eruoico de las especies.

Este carácter puede explicarse por esa sensibilidad combinada, y más o menos aparente en todos los insectos, ante las variaciones de la temperatura y de la humedad, y de la cual es hermoso ejemplo el de la pulga *Xenopsylla cheopis*, traído por Charles Elton en su *Ecología Animal*, y cuya representación es la siguiente: punto letal de 22° centígrados con una humedad de 0%; de 27° con humedad relativa de 30%; de 32° si la humedad es de 60%; y, finalmente, de 36°, cuando la humedad relativa es de 90%.

Por circunstancias de esta calidad, puede estar constreñida una plaga dentro de una área limitada; o determinadas sus cualidades migratorias; o dispuestas sus alternativas de sedentarismo y actividad; o, también, regido el comportamiento de determinados parásitos o predadores que están enfrentados a una represión biológica.

El *Eriosoma lanigerum*, introducido a los huertos de manzano de Duitama (Boyacá), sólo pudo difundirse por las distantes regiones de Antioquia, Santander y Valle del Cauca, etc., por la mano del hombre, que de otra manera jamás hubiera podido atravesar el mar tropical que separa las zonas frías propias del manzano, a donde fue llevado. El *Pectinophora gossypiella* y el *Anthonomus grandis*, plagas del algodón introducidas a la costa colombiana del Caribe en 1936 y 1942, respectivamente, sólo hasta ahora están invadiendo los campos de algo-

dón del Tolima, pero puede asegurarse que la inmigración no la hicieron los insectos por su propia cuenta, porque para ello tenían que vencer murallas inexpugnables, como los linderos de las islas de nuestro Archipiélago y las barreras vegetales de Myers. La plaga de *Tomaspis*, conocida con los nombres de "mión", "juanita", etc., tiene varias especies en Colombia, que viven separadamente en regiones diferentes. Así el "mión" de Cundinamarca es diferente de las "juanitas" del litoral Caribe, y estas especies distintas de las que habitan en el Valle del Cauca y Santander del Norte, cosa que no ocurriría si las barreras biológicas no estuvieran presentes, porque entonces todas aquellas especies se esparcerían por el país, sin sujeción geográfica de ninguna clase. Los ganaderos y cultivadores de caña de azúcar saben las alternativas a que están sometidos sus pastos y cañaduzales por la intempestiva presencia de las *Tomaspis*, que causan gravísimas depredaciones en sus industrias, y luego desaparecen por largo tiempo. A los cultivadores de papa, de trigo y de arroz, ocurre cosa semejante con las plagas conocidas con el nombre de muque (especies *Eusoa spp.* y *Feltia spp.* etc.) que se presentan de sorpresa, en forma intensamente gregaria, y en una sola noche aniquilan totalmente grandes extensiones de plantíos. En este caso, como en los anteriores, obra el factor humedad-temperatura dentro de las islas biológicas y de acuerdo con la sensibilidad o tropismos que ofrezcan los insectos.

Finalmente, aludo al problema de la represión biológica de las plagas, cuya importancia ha desaparecido ante el magnífico mercado de insecticidas, aunque la experiencia en varias ocasiones se haya encargado de mostrarnos sus incalculables servicios, tanto más dignos de confianza, cuanto deben cumplirse en nuestro Archipiélago todas las ventajosas condiciones que la lucha contra los insectos depredadores ha encontrado en las islas marítimas, cuando se realiza por medio de entomófagos.

LA INVESTIGACION AGROPECUARIA EN COLOMBIA Y LA FUNDACION ROCKEFELLER

Ha existido un *modus faciendi* en el país para todo cuanto atañe al desarrollo agropecuario: ministros del ramo generalmente excelentes pero fugaces; profesionales siempre eficientes, pero removidos con frecuencia; discontinuidad de funciones y de programas de trabajo; presupuestos modestísimos... y esto para una gran empresa que requiere tradición y generosos aportes de capital.

A pesar de la importancia del dinero, las más graves fallas han sido motivadas por la falta de tradición. De aquí la trascendencia de ese programa de cooperación iniciado entre el Gobierno Colombiano y la Fundación Rockefeller en 1950, y que ha culminado con la creación del Departamento de Investigación Agropecuaria, que dará firmeza a los proyectos y será garantía de todas las realizaciones.

(22) "A Preliminary Report on an Investigation in the Biological Control of West Indian Insect Pests", J. G. Myers.

Las negociaciones fueron llevadas a término —con la colaboración inteligente del secretario técnico del ministerio de agricultura, doctor Alfredo Vélez Arango—, por el ministro Juan Guillermo Restrepo Jaramillo, hombre querido popularmente por sus elevadas virtudes, entre las cuales resulta edificante la de su concepción filosófica de la alegría. Restrepo Jaramillo pertenece a la estirpe de los grandes ministros y directores de la agricultura nacional, como Francisco José Chau, Jorge Gartner y otros, que dieron incremento a la investigación y al desarrollo de las industrias, asesorándose, con toda confianza, de técnicos y científicos colombianos. Por parte de la Fundación Rockefeller actuó el doctor Lewis M. Roberts, Director para Colombia de la división de ciencias naturales y agricultura de esa institución, y científico digno de compartir con el doctor Restrepo Jaramillo esa gran tarea, por su sabiduría, eficiencia y gentil personalidad, reconocida y apreciada por todos sus colaboradores.

Se ha dicho de este convenio, que es una cooperación internacional, juicio a mi parecer equivocado, pues jamás deberíamos tomar como extranjera a esa noble institución creada por John D. Rockefeller para el bienestar universal del hombre, sin distinciones de credos, razas o discriminaciones geográficas, ni propósito alguno de retribución distinta, a la de ver cumplidas las obras proyectadas con fines exclusivamente filantrópicos.

El Departamento de Investigación Agropecuaria es una realidad que ya ha dado sus frutos a la economía nacional, con resultados que se difunden desde la magnífica Estación Agrícola Experimental de Tibayatá en Cundinamarca, de la Tulio Ospina en Medellín, de la de Palmira en el Valle del Cauca, etc., por todas las regiones agrícolas y ganaderas del país. Es una organización dirigida por Roberts y el agrónomo Mesa Bernal, que actualmente cuenta con sesenta y cinco técnicos, de los cuales ocho pertenecen a la Fundación. Todos trabajan en equipo, por grupos especializados en suelos, genética, fitopatología, entomología, administración, etc.

Así se adelantan muchas importantes investigaciones como el reconocimiento de los suelos, obra de colaboración entre el Departamento de Investigación, el Instituto de Fomento Algodonero y el Geográfico, y que nos está revelando, contra todo prejuicio, que Colombia sí es tierra de humanidad. Y al mismo tiempo que esos estudios se adelantan, se crean variedades de semillas aptas para las distintas tierras, buenas para su beneficiación, resistentes a los distintos climas de nuestro Archipiélago, y refractarios a muchas enfermedades que antes aniquilaban nuestras sementeras.

Ejemplos de estas empresas podrían ser las del mejoramiento de la producción triguera, iniciado hace muchos años por Antonio Miranda, el gran agrónomo prematuramente desaparecido, y prose-

guido ahora con investigaciones que han logrado la conquista de variedades resistentes a las royas, y de excelente calidad para su beneficio. También quiero citar la del mejoramiento de la semilla del maíz para tierra fría, que se lleva a cabo mediante un laborioso estudio que comprende toda la gama de la experimentación genética, y que es dirigida, con sin igual apostolado, por el agrónomo Emilio Yepes. Y es éste, a propósito, un ejemplo de otra virtud de la Fundación Rockefeller: la formación de gente apasionada desinteresadamente para la investigación.

Multitud de hechos, como los de la creación de variedades de papa resistentes a las heladas y a la gotera (*Phytophthora infestans*); la selección de semillas de fríjol; el estudio de enfermedades y de plagas, la experimentación de herbicidas, etc., podrían citarse como paradigma al reconocimiento de los colombianos.

Pero fuera de estas investigaciones y experimentaciones, muchas otras serán necesarias, como las de selección y control de zonas de cultivo; las que traten de encontrar un vehículo para la creación de una poderosa industria cacaotera; o las que sirvan para descifrar la verdadera importancia de los insecticidas.

SELECCION Y CONTROL DE ZONAS DE CULTIVO

Aún sigo encontrando importantes las siguientes observaciones que escribí para la memoria del Ministerio de Agricultura y Comercio en 1934:

....hay una promiscuidad de cultivos debida a que cada pequeña agrupación humana trata de abastecerse con toda independencia.

Este criterio, encerrado dentro de los límites patrios, es sabio y justo; limitado a nuestras pequeñas secciones, es egoísta y antieconómico.

Por qué luchar por producir arroz de secano en malas condiciones, donde crece y se desarrolla bien la hoja de tabaco?

En Cundinamarca existe una plaga en la papa (los Trypopermon spp.); la cuarentena requiere el abandono del cultivo durante algún tiempo; no sería bien que Boyacá se dedicara de preferencia, a la producción de papa, y Cundinamarca a la de cereales, con el fin de buscar un equilibrio económico?

Por qué invadir con café, las zonas excepcionalmente cacaoteras, siendo contraproducente, de acuerdo con la técnica, el cultivo de café a menos de mil doscientos metros sobre el nivel del mar?

La selección de las zonas de cultivo es una de las tareas más importantes de la investigación y experimentación agrícolas, y una de las más complejas y difíciles, porque a su estudio han de concurrir ciencias de modalidad nueva y diferente de esas cuyas leyes gobiernan la vida más allá de los trópicos; tales son: la meteorología y la climato-

logía, que serán un misterio mientras no dotemos sus servicios de una densa red de adecuadas estaciones; la geobotánica dirigida hacia el estudio de todas las sinecias o tipo de agrupaciones vegetales; el análisis químico y edafológico de los suelos complementado con un estudio de plantas indicadoras, más el examen experimental comprendido por un riguroso proceso de pruebas de cultivo, etc. Es bien sabido, por ejemplo, que la caña y el tabaco pueden vivir en todos los climas, pero su cultivo va sufriendo restricciones, ya sea por el carácter del suelo, o por la inclemencia insoslayable del clima, o por el desequilibrio entre la defensa de las plantas y la generosa proliferación de las pestes, o por la competencia entre varias plantas de cultivo para un suelo y un clima que se pueden mostrar más aptos para una que para otras, etc.

En realidad la selección de las zonas de cultivo, no es otra cosa que la determinación científica de cada una de las islas o provincias biológicas de nuestro Archipiélago. Pero si al reconocimiento de estos territorios de calidad diferente para la vida de las plantas, se puede agregar el de la llamada zonificación del país para el mejoramiento de la industria pecuaria, es evidente que la tesis del Archipiélago Biológico llega a alcanzar un contenido universal.

El doctor Emigdio Pinzón, destacado veterinario, miembro del Departamento de Investigación, ha venido estudiando el problema de la ganadería colombiana desde un ángulo tan nuevo como lleno de excelente juicio, al cual pertenecen algunas consideraciones de su cartera de apuntes, escritas hace algunos años, y que trataré de interpretar como sigue:

Dice el doctor Pinzón, que los problemas bioclimáticos de la industria pecuaria en nuestro ambiente, deben seguirse no sólo con pruebas de campo, sino con amplias investigaciones en laboratorios de fisioclimatología. Supone que del estudio sistemático de los elementos de la sangre en relación con los factores ambientales, pueden resultar valiosos descubrimientos que servirían, especialmente, para distinguir, en una misma raza, los individuos *meteorostables* de los *meteorolábiles*, con vía a eliminar estos últimos.

Dice que las razas que siempre han vivido y producido en un medio dado, están en coordinación con él. El medio, en este caso, no les es hostil porque su organismo está en capacidad de convivir con el habitat ofrecido. En esta situación la mediocridad económica que ofrezcan los animales, no se debe a la influencia del clima, sino a alimentación deficiente o a la falta de selección. Así sucede con las razas criollas colombianas, dentro de las cuales hay grupos sobresalientes a pesar del abandono en que suele tenerse.

Opina el doctor Pinzón, que las razas criollas de los climas medio y cálido de Colombia gozan de una cualidad que difícilmente exhiben los animales

de la zona templada: su capacidad para asimilar los alimentos de mala calidad, condición que unida a su resistencia al calor y a las enfermedades, es de inestimable valor que debe tenerse en cuenta por quienes se dedican a la selección de la industria ganadera.

Según el distinguido investigador, Colombia debe dirigir su conducta ganadera según ciertas normas que él considera esenciales, como las siguientes: a obrar con prudencia en la importación de nuevas razas, sabiendo que toda acción selectora debe considerarse a largo plazo, y que, entre tanto, las razas importadas tienden a ser víctimas del medio; a no cambiar totalmente las razas criollas, sobre todo cuando pertenecen a regiones inclementes como las del Blanco-Orejinegro, del Romo-Sinuano, o del San Martiniano, etc., y a comprender que sólo deben intentarse cambios, cuando el ganado criollo es realmente mediocre, y la región benigna o semejante a la de la raza importada, como es el caso de la Sabana de Bogotá y de otras zonas en donde, sin duda alguna, las razas foráneas prosperan a pesar de su imperfecta explotación; y, finalmente, el doctor Pinzón señala, como norma importante, la de la zonificación del país, que debe llevarse a cabo teniendo en cuenta el carácter topográfico y climatológico del suelo, para garantizar al animal un medio propicio a su máxima producción inmediata y para el futuro, porque el animal rinde mejor cuando no gasta sus energías en luchar contra el ambiente.

Así, pues, desde el punto de vista agrícola como del pecuario, parece que sólo seremos dueños de nuestro porvenir, cuando hayamos edificado ese mapa ecológico que, por sus bases científicas, contendrá el destino fundamental de nuestra economía.

LA INDUSTRIA CACAOTERA

Es extraño que la medula de nuestra existencia económica —el café—, sea una planta foránea, estimulante más que alimenticia; y la del cacao con títulos indiscutibles de ascendencia criolla, no sólo no la produzcamos con eficiencia, sino que su producto está incluido con grandes cifras desconsoladoras en los renglones de importación.

Los importadores de café en el mundo, buscan substitutos que tarde o temprano causarán la ruina de los productores. Para el cacao nadie busca substitutos, y los horizontes de su aprovechamiento son amplísimos y sin discriminaciones. Hernán Cortés lo apreciaba como un alimento fortalecedor que podía *sostener las fuerzas de un soldado durante todo un día de marcha*²³, y los ejércitos de estas últimas contiendas mundiales reforzaron esa apreciación, cuando consumieron cantidades enormes de chocolate.

El cacao es alimento universal; no hay país que no lo consuma, y sólo cambian las formas de su

(23) "Las Riquezas de la Tierra", J. Semjonow.

presentación, que pueden ser, o en una humilde jícara, o en un estuche de laca lujosamente decorado. Es manjar para el modesto ciudadano, o bebida de los dioses, *Theobroma cacao*.

Pero tal tesoro de planta requiere dedicaciones y sacrificios permanentes; así la competencia entre ésta y la del café, corresponde no sólo al esfuerzo físico del cultivador, sino a su dotación técnica, porque el árbol de cacao es un organismo que encierra muchos misterios que hasta ahora principian a desentrañarse en una serie de investigaciones y experimentaciones, a las cuales ha contribuido en forma eficaz el personal científico de agrónomos de la Estación Agrícola de Palmira.

Las regiones naturales de esta planta en el país son bastísimas, y se extienden principalmente por los Departamentos del Cauca, del Huila, de Boyacá, de Santander y de las llanuras orientales... Pero la industria requiere de una ayuda oficial intensa y bien organizada, que podría hacerse, como lo sugería yo en un viejo informe de 1936, si el Estado pudiera emprender por su propia cuenta la fundación de los nuevos cultivos bajo normas estrictamente técnicas, para ofrecerlos después al mejor postor en subastas públicas. En efecto: la escogencia de terrenos apropiados, la destrucción de cultivos viejos, la selección de semilla, la preparación del suelo, el establecimiento de sombrío, el mantenimiento de la plantación durante cinco o seis años —durante los cuales no produce cosechas pero sí gastos y cuidados—, no es empresa que pueda hacer cualquier particular, pero sí el gobierno, para entregarla luego a los interesados que sufragen su costo y se comprometan a mantenerla en las mismas condiciones técnicas. En esta forma se fortalecería la industria cacaotera como una rica fuente de riqueza nacional, y sería seguro el éxodo definitivo de los sistemas rutinarios que hoy se emplean en su precaria producción.

CONOCEMOS EL VALOR DE LOS INSECTICIDAS?

Refiriéndome al más importante empleo de insecticidas que exista actualmente en el país, puedo decir que sólo esas primeras experiencias realizadas al estudiar al gusano rosado (*Sacododes pyralis*) del algodón, tienen algún valor. También lo tiene la observación de ese fenómeno ocurrido en 1949²⁴, como consecuencia del uso generalizado de los insecticidas orgánicos en todas las zonas algodonerías del Tolima, y que dio por resultado la desaparición de la avispa *Apanteles thurberiae*, parásita específica del gusano rosado, con la subsiguiente invasión, nunca vista antes de esta plaga, y de la ruina de toda la rica cosecha esperada para ese año.

Se hizo caso omiso de este hecho a pesar de su importancia, y se continuaron usando los in-

secticidas orgánicos en forma exorbitante e indiscriminada, muchas veces con la única guía de los agentes vendedores de los mismos productos, y por todas las zonas algodonerías del país, con excepción de las de Santander. Esta actividad, como es obvio, quitó todo su valor a las experiencias y observaciones que pudieran haberse hecho posteriormente en los mismos lugares, con el fin de buscar la verdadera utilidad de los novísimos productos, pues no podían tomarse como testigos para las estadísticas comparativas, zonas comprendidas en las extensiones cubiertas por los venenos orgánicos, sustancias modificadoras, por su especial naturaleza, de la estructura de las distintas biocenosis.

Así se dejaron de realizar adecuadamente, investigaciones que debían dar al agricultor la clave justa para defenderse de las plagas, con respuestas a interrogantes como los siguientes:

Qué relación existe entre el costo de un cultivo de algodón, en un ambiente desprovisto de soca y plantas silvestres de esa malvácea, con otro sometido a estas afecciones, pero exentos los dos del uso de insecticidas?

Cuál es la relación de costo entre cada una de las cosechas de los cultivos anteriores, respectivamente, con otros de las mismas condiciones, pero en donde se aplicaron arsenicales?

Qué relación existe entre la cosecha de los cultivos considerados, respectivamente, con otros de las mismas condiciones, pero sometidos separadamente a las distintas mezclas de insecticidas orgánicos?

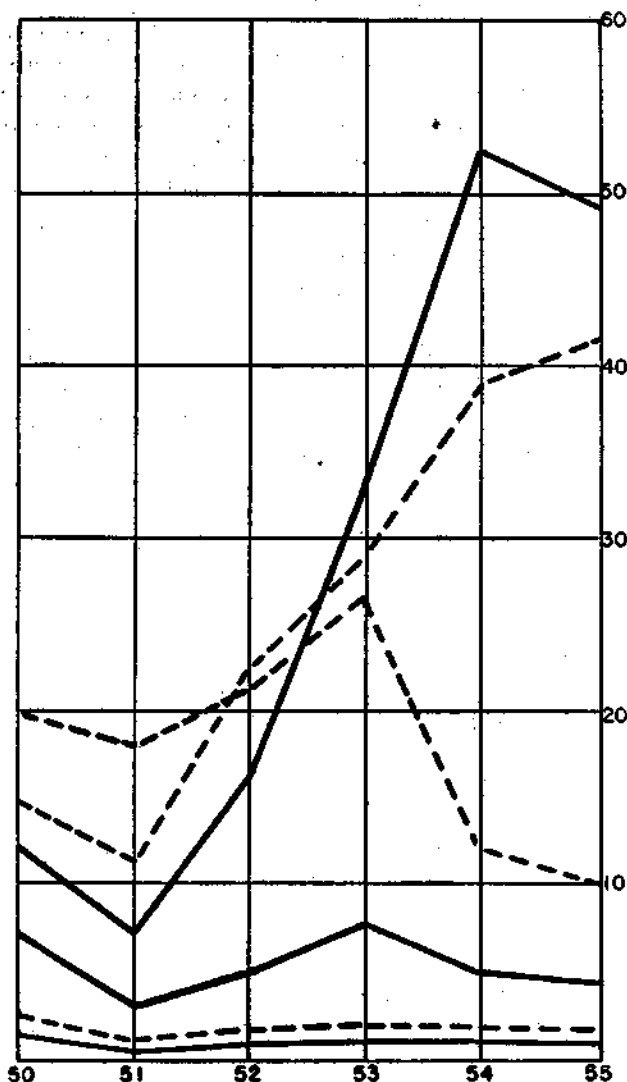
Estas investigaciones son necesarias, y habrá de buscarse un medio propicio que sirva de laboratorio para su realización. Entre tanto sigo encontrando motivos para rechazar el uso indiscriminado de los peligrosos insecticidas orgánicos, como ocurre al examinar las producciones algodonerías del Tolima, del Litoral Caribe y de Santander. Siguiendo la gráfica que he construido con los datos del Instituto de Fomento Algodonero, se observan tres clases de curvas correspondientes a las producciones de fibra y semilla de las tres regiones citadas, con las circunstancias ambientales y promedio de producción por hectárea, que se expresan a continuación:

Tolima: Cultivos dirigidos técnicamente; realizados uniformemente dentro de un solo período anual; destrucción de soca y malváceas silvestres; aplicación sistematizada y copiosa de insecticidas. Producción de 0.98 toneladas por hectárea.

Litoral Caribe: Cultivos sin técnica uniforme; con socas y algodón silvestre; aplicación copiosa de insecticidas. Producción de 0.31 toneladas por hectárea.

Santander: Cultivo sin técnica, con socas y árboles silvestres; no se aplican insecticidas. Producción de 0.44 toneladas por hectárea.

(24) "Informes sobre Plagas del Algodón, IFA, 1950" (2º, Luis María Murillo).



PRODUCCION DE ALGODON-SEMILLA, EN MILLARES DE TONELADAS Y POR MILLARES DE HECTAREAS:

(Líneas continuas, producción).
 (Líneas a rayas, superficie cultivada).
 Zona del Tolima (líneas negras).
 Promedio de producción, 0,98 T. por H.
 Zona del Caribe (líneas rojas).
 Promedio de producción, 0,31 T. por H.
 Zona de Santander (líneas verdes).
 Promedio de producción, 0,44 T. por H.

La producción del Tolima, a pesar de los servicios del Instituto de Fomento Algodonero, son inferiores a otras producciones del mundo. Quizá podría elevarse buscando en la experimentación apropiada de los insecticidas, los medios de mejorarla. Es la única falla que podría señalarse a la obra admirable del Instituto.

La diferente producción del Tolima y la de la zona del Caribe, no reside en la aplicación de insecticidas, ya que éstas se realizan con abundante frecuencia en ambas regiones. En cambio se destaca el ambiente opuesto de los dos cultivos: sin socas ni algodón silvestre en el Tolima, y el de todo el Litoral Caribe, blanco de todas las plagas que se difunden desde ese foco inaceptable de los algodones silvestres del Departamento del Atlántico.

La producción de Santander, aunque desarrollada en un ambiente impropicio de plantas silvestres, de socas y de falta de técnica, ofrece una producción más alta que la del Caribe, debida, sin duda alguna, a la acción libre de los entomófagos, no inhibida todavía por los insecticidas. Y bien vale la pena de expresar aquí, que nadie podría asegurar hoy, que ha reprimido la *Sacadoses pyralis*, la plaga más grave del algodón, por medio de los flamantes productos orgánicos.

Si la naturaleza, por medio de nuestro Archipiélago, nos ha dado zonas circunscritas biológicamente, con biocenosis que no pueden saltar libremente las barreras, al punto de que nos es fácil imponer cuarentenas anuales de cultivo en épocas diferentes para cada región según los climas; y si, por otra parte, las islas biológicas ofrecen las mismas ventajas que las marítimas para la represión biológica de ciertas pestes parasitarias, creo que estamos obligados a entrar en conocimiento con esos hechos naturales, para averiguar científicamente el coeficiente de su ayuda en relación con los medios artificiales que nos da la técnica, y, por otra parte, a investigar el valor de esa técnica.

EL AGRONOMO, ESENCIAL FACTOR DEL PROGRESO NACIONAL

No podría dar término a este esbozo, sin referirme al ingeniero agrónomo, vinculado por su ciencia, al desenvolvimiento de nuestra cultura; menos aún, si estas páginas están destinadas a todo cuanto en el campo científico puede servir al desarrollo cultural y económico de la nacionalidad colombiana.

A pesar de su importancia, la joven profesión agronómica ha topado, entre nosotros, con innumerables vicisitudes, que van desde la docencia hasta el ejercicio de la profesión. Así se creó y desapareció, sin dejar huella aparente, un instituto nacional de agricultura fundado en 1880 por el gran patricio, médico y naturalista, doctor Juan de Dios Carrasquilla. Después transcurrieron los años con indiferencia para esta ciencia hasta 1914, cuando el congreso nacional facultó al gobierno para contratar una misión extranjera, que organizara la enseñanza agropecuaria en el país. De tal disposición surgió en 1916 una escuela superior de agronomía, fundada y dirigida por el excelente agrónomo de Gembloux, Carlos Denemoustier. Pero también fue breve la vida de esta admirable institución, que apenas alcanzó a formar un pequeño grupo de magníficos ingenieros agrónomos, que no pudieron ejercer, pues todavía en aquella época, para sembrar papa o hacer agricultura, no eran necesarios los sabios. Luégo vino la trashumancia de los institutos agronómicos, que fueron unas veces nacionales y otras departamentales, pero todos de vida efímera, hasta cuando se tuvo el acierto, nunca suficientemente ponderado, de llevarlos a la Universidad Nacional. Infortunadamente, aún no se ha

cumplido en toda su esencia la Ley 75 de 1915, que considera que el estudio de la agronomía debe acomodarse a las tres características más salientes de nuestro clima: la tórrida, la templada y la fría. Tenemos la Estación Agrícola y la Facultad de Palmira, la Estación *Tulio Ospina* y la Facultad de Medellín, y la mejor estación de ciencias agropecuarias en la Sabana de Bogotá, la de *Tibayatá*, pero falta, por inexplicable mora, la facultad agronómica de tierra fría. También es notoriamente lamentable la ausencia de la Universidad Nacional, con sus facultades de agronomía y su Instituto de Ciencias Naturales, de las actividades del Departamento de Investigación Agropecuaria.

Mas no son esas las únicas vicisitudes de la profesión. Otras de diferente calidad, más graves aún, entorpecen el tránsito hacia su destino, como la de esa inestabilidad de los altos estudios universitarios, provocada por quienes pretenden su cambio por otros más fáciles, en la creencia de que el valor de la carrera está determinado por la afluencia mayor de estudiantes, sin pensar que tan lamentable reforma desvirtuaría necesariamente el espíritu de la facultad agronómica, que debe ser, a pesar de todo, inmutable matriz de investigadores, de estadistas y de técnicos.

Pero ocurre, por otra parte, la subestimación del ingeniero agrónomo, a quien infundada y frecuentemente se le considera como un experto administrador de granjas, hechura de artesanía, especializado en artes y oficios relacionados con la botánica y la química. Esta errada apreciación sería inofensiva si no contáramos con un ambiente displicente e irresponsable, en donde la educación y enseñanza privadas se suelen convertir fácilmente en halagüeñas industrias, más prósperas que las hoteleras, y en donde mañana podrían establecerse escuelillas y facultades de técnicos para la agricultura, sin profesorado idóneo, ni laboratorios, ni campos de experimentación..., pero con programas tan prometedores como esa propaganda de los vendedores de curalotodo. Tan grave es esta posibilidad, y tan posible, que sin duda alguna las correspondientes instituciones oficiales ya han reglamentado la prevención para estos males. La simulación de la enseñanza en esas tres etapas de la cultura del pueblo: la primaria, la secundaria y la universitaria, ha sido más funesta para el país que el crudo analfabetismo; en efecto: el analfabeta suele ser respetuoso por la reconocida aceptación de su ignorancia; el simulador de cultura, en cambio, es audaz, temerario, peligroso... Quizá es el causante de todas las crisis morales y económicas que nos han afligido...

A la obra desarrollada por nuestros agrónomos debe Colombia la creación e incrementación de varias de nuestras fuentes económicas, en labor tanto más meritoria, como humildes fueron los presupuestos que se invirtieron para su realización. Y es que estos profesionales de nuestra Universidad

suelen venir equipados no sólo de un bagaje de conocimientos científicos de vasta extensión y profundidad, sino de sentido apostólico y cultura humanística, de cuya sabiduría han necesidad, ya que del laboratorio y del campo experimental, deben seguir luego a esa tarea de extensión, dura, penosa e ingrata, por las labranzas de todas las regiones del país, contra la rutina y superstición de los campesinos... Así ocurre, por ejemplo, en la industria cafetera, cuyo progreso es obra exclusiva del ingeniero agrónomo. Y, sin embargo, cuando él ha logrado mejorarla a fuerza de arduas tareas en el campo experimental, y ha luchado por inculcar, con agotadora perseverancia, la nueva enseñanza que aumentará las ganancias del campesino, éste olvidará a su bienhechor, y más tarde dirá al político o al cronista, que los adelantos de su empresa, abandonada por los organismos oficiales —a los cuales sirve casi excepcionalmente el agrónomo—, fue obra de su iniciativa privada...

Claro que no pretendería que ese tipo que evoco, se haga presente en todos los ingenieros agrónomos, menos en esta época anti-espiritual y utilitarista de la universidad moderna, cuyas ventanas ya no se abren sobre esa *llanura de la Mancha*, por donde nuestro señor Don Quijote se lanzaba contra los molinos de viento, pleno el espíritu de idealismo y de generosidad y desinterés el corazón.

Y al aludir a los sistemas anti-espirituales, quiero señalar especialmente el abandono de los medios analíticos y de duro razonamiento, que se vienen reemplazando por reglas de cálculo, fórmulas y métodos, admirables para dar solución inmediata a muchos de los problemas rutinarios de la vida diaria, pero ineficaces para resolver los interrogantes que, a cada momento, reclama la desconocida naturaleza de nuestro medio. Y si la especialización puede ser tomada como un síntoma de decadencia para cualquier vieja cultura, para una tan incipiente como la nuestra, podría ser la frustración.

Así que nuestros agrónomos deben tener en cuenta esa ley fatal de Deperet, porque si es cierto que la especialización, con sus fórmulas estereotipadas y sus sistemas de plantillas, obvia los obstáculos que se oponen a la reflexión, es igualmente cierto que hay verdades que sólo alcanza la inteligencia, qué ironía, cuando es conducida por la ruta de Rocinante! El más grande de los investigadores modernos, Alberto Einstein, decía que la primera exploración hacia la verdad científica, debía emprenderse con la imaginación.

EPILOGO

He expuesto una teoría sobre la conformación biológica de Colombia, y mostrado, paralelamente, la trascendental posición de las ciencias agronómicas ante el estudio de este singular problema, con la ponderación correspondiente de nuestros ingenieros agrónomos. Aunque apenas se trataba de

un esbozo, la vastedad del tema hizo necesaria la larga disertación referente al Archipiélago Biológico. En relación con la agronomía, pienso que nunca ningún discurso en defensa de su utilidad podría ser excesivo, ya que por su mocedad entre nosotros, ha tenido que iniciar sus servicios en un ambiente cerril, rutinario, lleno de prejuicios y desconfiado e insatisfecho con la mal entendida obra de sus profesionales, quienes, sin embargo, continúan concibiendo, con estoica perseverancia, grandiosas empresas que parecen utopías, pero que sólo son irrealizables por causas extrañas.

Insistiendo, pues, en este último objetivo, voy a dar término a la disertación, mostrando, aunque sea someramente, tres paradigmas edificantes de la agronomía colombiana:

Emiliano Pereañez es mi primer ejemplo por su vocación apostólica y consagración desinteresada. En realidad no tiene par en el país la vida de este nobilísimo ingeniero agrónomo, prisionero ahora entre las garras de una enfermedad cruel, y a quien debemos, en primer lugar, la tecnificación de la agricultura de las regiones tórridas.

Agrónomo de 1921, fue el doctor Pereañez el zapador que abrió la brecha en esa virgen y trabajosa carrera, transformando cultivos rústicos en empresas agrícolas y campesinos incrédulos en inteligentes agricultores. Así principió a nacer la industria del tabaco, mejorada con las variedades *Palmira* y *Doce*, creadas por él, y la del algodón, con las variedades *Vergara* y *T. 27*, igualmente por él mismo producidas. Aclimató la variedad de arroz *Fortuna*, mejoró e intensificó el cultivo de la caña de azúcar, e inició la obra cultural del cultivo del cacao.

En su obra ininterrumpida de más de treinta y tres años, sirvió a la Compañía Colombiana de Tabaco, a los gobiernos seccionales del Valle del Cauca, del Magdalena y del Tolima, al gobierno nacional y a la universidad, unas veces como agrónomo de extensión o asesor técnico, o director de laboratorio, o gerente de cooperativas agrícolas, o director de estaciones experimentales; otras como escritor de memorias y cartillas que sirvieron para exponer sus proyectos o difundir sus conocimientos. La Asociación de Ingenieros Agrónomos debe mucho a su consagración. Además el doctor Emiliano Pereañez nos dio a conocer otros atributos de su hermosa personalidad, como ese de su vocación de maestro que llevó su mística y su sabiduría a varias generaciones de estudiantes, inculcándoles la pasión abnegada por las ciencias y el amor a la tierra. Cuando lo recuerdo, me doy cuenta de que Emiliano es uno de mis personajes inolvidables.

Carlos Garcés me sirve como representante de mi segundo ejemplo; en efecto: este sabio agrónomo de la Universidad Nacional y de la de Cornell, en los Estados Unidos, es modelo de vocación irrevocable por la investigación científica.

La dedicación a la ciencia como la hermandad de Francisco de Asís, no sólo demanda afición; im-

né, además, en nuestro ambiente, el voto de desprendimiento y de pobreza. Por tan dura prueba se han torcido muchas inclinaciones científicas hacia carreras que requieren menos conocimientos, esfuerzos y responsabilidades, como la de la política, y que prodigan con largueza riqueza y honores.

La cultura atesorada por el doctor Garcés, quien ha representado al país en varios congresos científicos internacionales, unida a su clarísima personalidad, hubieran podido conducirlo a fáciles posiciones de brillante relieve, pero él escogió esa discreta de la investigación, a la cual ha consagrado su vida, como conviene en muchos momentos de la vida de un científico, cuando necesita, pongo por caso común, proseguir en una tierra malsana una laboriosa exploración microscópica, con cultivos de virus o de hongos —a veces peligrosos para la salud humana como algunos del cacao—, y alojado en algún rancho miserable, afligido por insoportable sudor y perseguido por las plagas...

Carlos Garcés ha alcanzado una posición destacada en el campo de la micetología mundial, por sus estudios, casi exhaustivos, de la parasitología del cacaotero, y que se hallan dispersos en publicaciones que abarcan un espacio aproximado de siete años. Además, ha publicado un enjundioso volumen sobre las enfermedades de las plantas, que por su extensión y calidad se ha convertido en el obligado libro de consulta de los fitopatólogos de las regiones intertropicales. De otro modo a él se debe la formación de la mayor parte de los técnicos que hoy prestan sus servicios en nuestros problemas fitosanitarios.

Jorge Ortiz Méndez es el representante de mi tercero y último ejemplo, que podría enunciarse esquemáticamente como la cristalización de un ideal, porque esa ha sido, en efecto, la carrera profesional de este ingeniero agrónomo que, desde la iniciación de sus estudios, se propuso investigar a fondo los problemas agrícolas del país para darles solución, no por el fácil e irresponsable optimismo de la lechera de la fábula, sino por lenta y trabajosa pendiente, que desde un modesto cargo de ayudante, ha escalado hasta llegar, por méritos propios, a los más elevados cargos que ofrece su profesión. Así pudo proyectar las organizaciones de la Secretaría de Agricultura de Santander en 1943, la del Departamento de Agricultura del Ministerio de la Economía en 1946, la del Ministerio de Agricultura en 1950 y, ahora, la de la industria algodonera.

Ortiz Méndez ha enaltecido, por su diligencia, honestidad e inteligencia, todas las empresas que se han colocado bajo su dirección. De esta manera ha hecho de la industria algodonera una sincronizada y compleja maquinaria, llamada, con toda justicia, la INDUSTRIA PILOTO, que comprende desde el estudio preliminar de los suelos, la selección de las semillas, la utilización de los abonos, el fitomejoramiento, la regulación temporaria de

los cultivos, la recolección, el transporte, el desmote, el estudio tecnológico de la fibra y la producción certificada de las semillas, hasta el control estadístico de la producción de la industria textil nacional, el balance de la producción internacional y el estudio de las nuevas formas que se ofrecen para la beneficiación del algodón.

Esta industria ha conquistado, para la economía nacional, extensas regiones cubiertas antes de malezas inútiles, como esas melancólicas sinecias del Litoral Caribe, convertidas hoy en riqueza para muchos agricultores, el pan seguro y amable de muchas familias obreras, y la despensa de todas nuestras grandes empresas de hilados y tejidos, que ahora sí podrán afirmar que producen telas colombianas con materia prima colombiana.

Podría suponerse que esta obra iba a ser retribuida con la gratitud de todos; sin embargo, se la desprecia y se la critica porque hay excedentes de algodón en el mundo, que podrían evitarnos el trabajo de producirlo, y por poco precio! Estas críticas sólo alcanzan a ser verdad, cuando la economía es considerada como un simplísimo problema doméstico, no así cuando el país se contempla como un organismo en permanente evolución, del cual depende el destino de un gran pueblo.

Si estamos produciendo materias primas que otras naciones podrían ofrecernos a precio más bajo, creo que aún en esas condiciones precarias deberíamos insistir en la competencia, obligándolas a utilizar sus brazos, así sea en pequeñísima proporción, en la elaboración de otros productos o

manufacturas para las cuales sí requiriéramos imprescindiblemente de su colaboración y más barata.

Pero aún sin considerar este aspecto aparentemente romántico, surge otro que en forma alguna podría despreciarse, y que va desarrollándose paralelamente a la producción de la materia prima, con una preponderancia gigantesca en el presente siglo; me refiero al incremento de las industrias manufactureras, que por gracia de cualquier insólito invento, podrían requerir mañana de una producción algodонера que rebasara, en millones de toneladas, el rendimiento actual.

Esta condición incierta de nuestras riquezas naturales conocidas o ignoradas, debe imponer, en mi concepto, la tutela absoluta de nuestra nacionalidad por lo que hace al fomento de sus programas de extensión y de explotación, cosa jamás reñida, por otra parte, con las preciosas cooperaciones técnicas extranjeras que se nos puedan ofrecer.

Si consideramos que la fisonomía de la patria se modela con el modo de utilización de sus recursos, como una criatura con la leche materna, nos daríamos cuenta de que el destino de nuestras riquezas naturales es algo sagrado que no debe oficiarse por manos extrañas, menos aún si contamos con ingenieros siderúrgicos, químicos y agrónomos de las virtudes de Ortiz Méndez, Garcés o Pereañez, capaces de estudiar nuestros problemas económicos, proyectar sus soluciones y cristalizarlas.

Luis María Murillo

Febrero de 1956.

I

RELATIVIDAD RESTRINGIDA

(LAS FORMULAS DE EINSTEIN DEDUCIDAS SIN RELATIVISMO Y LA ONDA DE BROGLIE)

Memoria presentada a la Academia Colombiana de Ciencias en marzo de 1953.

Las fórmulas de Einstein pueden obtenerse prescindiendo del relativismo, es decir, prescindiendo del concepto de la *relatividad de la simultaneidad* que constituye el fundamento de la teoría einsteniana. Tampoco es necesario el cálculo tensorial.

La relatividad de la simultaneidad implica la inconstancia de la extensión y del tiempo causada por la velocidad de que estén dotados los objetos. La posibilidad de esa inconstancia presupone un juicio que es difícil de admitir como lógico, porque rife abiertamente con el concepto que se tiene de la naturaleza de las cosas; en esto estriba principalmente la dificultad que muchos experimentan para entender las teorías de Einstein.

Se evita esta dificultad y se hallan las mismas fórmulas de Einstein valiéndose únicamente de la variabilidad de la masa producida por la velocidad de que esté dotada.

El problema puede tratarse de esta manera: si la masa m , dotada de velocidad v , se incrementa en la cantidad μ , se debe tener

$$m v = (m + \mu) v_1$$

pero este incremento μ puede ponerse bajo esta forma:

$$m + \mu = m/\beta,$$

de donde resulta $m v = m v_1/\beta$, o sea $v = v_1/\beta$.

Haciendo $v = \frac{dl}{dt}$, $v_1 = \frac{dl_1}{dt_1}$, se obtiene

$$\frac{v}{v_1} = \frac{dl}{dt} \frac{dt_1}{dl_1} = \frac{1}{\beta}.$$

Esta fórmula para lapsos iguales, o sea para $dt = dt_1$, dará $dl = \frac{dl_1}{\beta}$ cuya integral es $l = \frac{l_1 + k}{\beta}$ con $k = -r_1 t_1$.

Ahora bien, como en mecánica clásica se admite que no hay aumento de masa, se debe tener $\frac{dl}{dt} = \frac{dl_1}{dt_1}$ y sustituyendo el valor hallado para dl , se encuentra

$$\frac{dl_1}{\beta dt} = \frac{dl_1}{dt_1} \therefore \beta dt = dt_1 \therefore dt = \frac{dt_1}{\beta},$$

cuya integral es

$$t = \frac{t_1 + n}{\beta}, \text{ con } n = -\frac{v_1 l_1}{c^2}. \quad (*)$$

Así, pues, para llegar a las fórmulas de Einstein, todo estriba en demostrar que una masa dotada de velocidad v adquiere un incremento de masa μ tal que se tenga $\mu = m \left(\frac{1}{\beta} - 1 \right)$ y que la cantidad designada con β tenga el siguiente valor:

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

La demostración es la siguiente:

El estudio matemático del mundo físico debe basarse en el concepto de *velocidad*, porque la concomitancia entre espacio y tiempo es necesaria en la naturaleza y por consiguiente debe ser ineludible en los procesos matemáticos; se quiere decir con esto que cuando en los problemas de física intervenga el movimiento, no deben tomarse separadamente los espacios y los tiempos. Esto, que ya está admitido en la física moderna, preocupaba a los filósofos griegos cuatro centurias antes de Jesucristo, como lo demuestran los célebres problemas de Zenón de Elea, quien con ellos no pretendió, como se afirma, negar el movimiento, sino hacer ver que en los problemas en que éste interviene no pueden considerarse como independientes el espacio y el tiempo. La tortuga nunca alcanzará a Aquiles si se van considerando separadamente los espacios y los tiempos; pero el problema se resuelve si se hacen intervenir las respectivas velocidades de Aquiles y de la tortuga.

Así, pues, en los problemas en donde intervengan espacio y tiempo, se ha de emplear siempre la velocidad como elemento de cálculo, cuya expresión en función de tales elementos considerados infinitesimalmente es $v = \frac{ds}{dt}$.

Para demostrar lo del *incremento de la masa* debe conocerse una propiedad muy importante de la segunda potencia de la velocidad y que caracteriza

(*) La integración detallada de estas funciones puede verse en el estudio del autor titulado "Nuevas ideas sobre la Relatividad y la formación de la Materia" publicado en el No. 648 de *Anales de Ingeniería*, Bogotá, mayo 31 de 1954. Páginas 15 y 16.

al potencial; en efecto: el potencial p del campo newtoniano, en el cual figura el factor k que es el coeficiente de gravitación, tiene esta forma

$$p = k \frac{m}{r}$$

y como las dimensiones mecánicas de k son $M^{-1} L^3 T^{-2}$, resulta que la dimensión del potencial es $[p] = L^2 T^{-2}$, lo que da una *velocidad al cuadrado*: v^2 .

Esto nos permite admitir que en ausencia de masas el *espacio* puede considerarse como un campo de potencial uniforme de la forma v^2 ; esto corresponde a lo que modernamente se denomina *espacio-tiempo*.

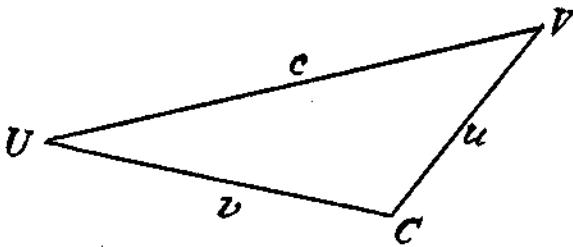
Esta clase de velocidades al cuadrado sin el factor masa se designará con los nombres de *protopotencial* o *protoenergía*, según los casos.

Bajo estos conceptos el espacio es algo activo capaz de producir velocidades y por consiguiente movimiento.

Sea c^2 ese protopotencial que caracteriza al espacio-tiempo, siendo c la máxima velocidad posible en la naturaleza; pero la experiencia muestra que hay muchas categorías de velocidades: sea v una de ellas.

También enseña la práctica que las velocidades se componen vectorialmente, y si v procede de c habrá necesariamente otra velocidad u para que v pueda ser menor que c . En consecuencia c, v, u formarán un triángulo como el de la figura adjunta de la cual se obtiene

$$v^2 = c^2 + u^2 - 2cu \cos V$$



Esta ecuación representa un caso particular del fenómeno que se estudia, ecuación que se constituyó mediante una función arbitraria u que debe guardar alguna relación con el ángulo V ; eliminando esta función arbitraria por medio de la derivada, se obtendrá la ecuación general que corresponde al fenómeno. Procediendo así, se tiene

$$\frac{df}{du} = 0 = 2u - 2c \cos V$$

por tanto $u = c \cos V$ o sea $\cos V = \frac{u}{c}$ y sustituyendo resulta

$$v^2 = c^2 - u^2$$

$$c^2 = v^2 + u^2$$

igualdad que está expresada en *velocidades al cuadrado*.

Esta fórmula enseña que para que sea posible una velocidad v es necesaria una protoenergía u^2 . En consecuencia para que un cuerpo se mueva es necesaria la presencia de la protoenergía u^2 diferente de v^2 . Cuando u^2 es cero, v^2 se confunde con c^2 , o sea que v^2 no es cinética: la traslación se anula.

La mecánica enseña que un trabajo o energía W producido por una masa m tiene esta forma

$$W = \frac{1}{2} m v^2$$

Guiados por esta igualdad parece que introduciendo el factor común $\frac{1}{2} m$, se pudiera escribir

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m c^2 - \frac{1}{2} m u^2$$

se tendría entonces en el primer miembro una expresión análoga a la de W , pero no equivalente, porque W procede de una integración en donde uno de los límites corresponde a $v = \text{CERO}$. Además en el segundo miembro de la igualdad formada hay indecisión en el comportamiento de las protoenergías, pues cuando $v^2 = 0$, u^2 puede ser cero o puede tomar el valor c^2 , según las circunstancias. Hay pues que analizar esta igualdad, lo cual se consigue deduciendo de ella otra igualdad que traduzca alguna condición exigida por la mecánica, como la *cantidad de movimiento*.

Para hallar mv acudamos al caso en que v sea constante, que es precisamente el que contempla la *Relatividad Restringida*. Habrá que derivar la expresión propuesta pero teniendo muy presente la dependencia mutua entre el espacio y el tiempo, lo cual queda establecido procediendo en esta forma:

$$mv \frac{\partial v}{\partial l} \frac{dl}{dt} = mc \frac{\partial c}{\partial s} \frac{ds}{dt} - mu \frac{\partial u}{\partial \sigma} \frac{d\sigma}{dt}$$

ecuación ésta que es lo mismo que

$$mv^2 \frac{\partial v}{\partial t} = mc^2 \frac{\partial c}{\partial s} - mu^2 \frac{\partial u}{\partial \sigma}$$

por consiguiente se debe tener $\frac{\partial u}{\partial l} = \frac{\partial c}{\partial s} = \frac{\partial u}{\partial \sigma}$

En consecuencia, de la derivada con relación a los espacios, se puede obtener

$$mv \frac{\partial v}{\partial l} = mc \frac{\partial c}{\partial s} - mu \frac{\partial u}{\partial \sigma}$$

o sea: $mv = mc - mu$

Cuando v es constante no hay incremento de velocidad y entonces $mv = 0$ y resultaría $mc - mu = 0$, igualdad que no se cumple puesto que si v existe, u debe ser menor que c , de donde se deduce que el valor de m es diferente en cada término y habrá que escribir

$$m_0 c - mu = 0 \quad \therefore \quad m = m_0 \frac{c}{u}$$

El valor del coeficiente c/u se deduce de la ecuación establecida

$$v^2 = c^2 - u^2 \quad \therefore \quad u^2 = c^2 - v^2$$

$$\therefore \quad \frac{u}{c} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \beta \quad \therefore \quad m = \frac{m_0}{\beta}$$

Como $\beta < 1$, $m > m_0$; hagamos $m = m_0 + \mu$ y en consecuencia

$$\mu = m_0 \left(\frac{1}{\beta} - 1 \right).$$

Q. E. D.

Queda pues demostrado que

$$l = \frac{l_1 - v_1 t_1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad t = \frac{t_1 - \frac{v_1 l_1}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

fórmulas éstas que son las fórmulas cardinales de Einstein.

LA ONDA DE DE-BROGLIE. Como corolario de la anterior demostración resulta que siendo u función de un coseno, debe tener carácter ondulatorio, de lo cual se infiere que para que se produzca una traslación, de velocidad v , se necesita una onda acompañante de protoenergía u^2 .

Así pues un cuerpo de masa m que se mueve con velocidad v , irá acompañado de una onda que tendrá velocidad de grupo v y velocidad de fase tal que posea una protoenergía igual a u^2 .

Salta a la vista que esta onda es la misma que fue introducida hipotéticamente por De-Broglie y para la cual dio Schrödinger la expresión matemática bajo esta forma

$$\nabla^2 s = - \frac{8 \pi^2 m (E-V)}{n^2 h^2} s$$

En la cual

m = masa del corpúsculo.

h = constante de Planck: $[h] = M L^2 T^{-1}$, (acción)

s = función de onda

n = número entero

$(E-V) = E_{Cin}$; $E = E_{Tot}$; $V = E_{Pot}$

En efecto, para nuestro caso de la onda u se tiene

$$\nabla^2 s = \frac{1}{u^2} \frac{\partial^2 s}{\partial t^2}$$

La solución general de esta ecuación es

$$s = X(x) T(t)$$

con las funciones X y T de la forma siguiente

$$X = \frac{\text{Cos } px}{\text{Sen } px} \quad T = \frac{\text{Cos } u p t}{\text{Sen } u p t}$$

con p arbitrario.

Según estas fórmulas, un tipo sencillo de integral será

$$s = 2A \text{ Cos } kx \text{ Cos } kut$$

Si en el lapso t hay n período de Planck, se debe

tener $k = \frac{2\pi}{n\lambda}$ con $\lambda = \text{longitud de onda}$.

Del valor de s se obtiene $\frac{\partial^2 s}{\partial t^2} = -2A k^2 u^2$

$\text{Cos } kx \text{ Cos } kut$ y sustituyendo valores:

$$\frac{\partial^2 s}{\partial t^2} = - \frac{4 \pi^2 u^2}{n^2} s \quad \therefore \quad \nabla^2 s = - \frac{4 \pi^2}{n^2 \lambda^2} s$$

En física se ha demostrado que $\lambda = h/mv$ de donde se deduce $\frac{1}{\lambda^2} = \frac{m^2 v^2}{h^2}$, que puede ponerse bajo

esta forma $\frac{1}{\lambda^2} = \frac{m}{h^2} m v^2$

pero $\frac{1}{2} m v^2 = E_{Cin} = E - V \quad \therefore$

$m v^2 = 2(E - V)$, y reemplazando:

$$\frac{1}{\lambda^2} = \frac{m}{h^2} 2(E - V)$$

y por consiguiente

$$\nabla^2 s = - \frac{8 \pi^2 m}{n^2 h^2} (E - V) s$$

que es la fórmula de Schrödinger.

De esto se debe deducir que para que cualquier cuerpo de masa m adquiera movimiento se necesita la onda de Broglie. Esta onda no es pues solamente un artificio matemático, corresponde a una realidad y no es únicamente acompañante de los corpúsculos componentes del átomo.

Del triángulo de velocidades se obtuvo el valor de v^2 y sirviéndose de él se hizo el estudio precedente. De manera análoga se procede sobre el valor u^2 , y se obtendrá que entonces v^2 es de carácter ondulatorio, lo que puede interpretarse diciendo que u y v son permutables en cuanto al carácter ondulatorio y al de traslación. Del valor de c^2 se obtiene $u^2 = v^2$, ambos de carácter ondulatorio y con ciertas condiciones, lo cual permite dar fundamento a una teoría sobre la formación del átomo, lo que será motivo de otra comunicación a la Academia.

También se dará más tarde un estudio que facilita la manera de hallar las características de la **RELATIVIDAD GENERALIZADA**.

RELATIVIDAD GENERALIZADA

(MANERA FACIL DE ENCONTRAR SUS CARACTERISTICAS)

En concordancia con los métodos que se han dado a conocer en otros escritos para encontrar las fórmulas de Einstein en la *Relatividad Restringida*, se establecerán a continuación las fórmulas principales correspondientes a la Relatividad Universal o Generalizada. Pero a modo de introducción se traducirán algunos párrafos del capítulo V del libro titulado "Les Théories d'Einstein" escrito por el matemático Lucien Fabre e impreso en 1922 por Payot & C^{ie}. de París, 106 Boulevard Saint-Germain. A saber:

"Hemos visto que Einstein llega a una ley general intrínseca que en lenguaje absoluto se expresa por el símbolo

$$G_{\mu\nu} = 0,$$

símbolo que equivale a diez ecuaciones diferenciales entre las g . De estas ecuaciones generales de la gravitación nos valdremos para deducir la ley particular del campo de gravitación de una partícula. Es igualmente con la ayuda de estas ecuaciones como Einstein llega a escribir bajo forma tensorial las leyes del electromagnetismo, de la hidráulica, de la termodinámica, etc. Nosotros no lo seguiremos en sus cálculos que son muy largos, muy complicados y accesibles solamente por matemáticos avezados en el cálculo diferencial absoluto. Me limitaré a indicar cómo Einstein pasa de las relaciones puramente formales, abstractas y en cierto modo lógicas que él obtuvo, a la ecuación de la ley concreta."

.....
"Veamos ahora sumariamente cómo se obtiene la ley relativa en el campo de una partícula.

"De la ecuación $\delta f ds = 0$, de donde

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx_\mu dx_\nu,$$

se deducen por desarrollo las cuatro funciones diferenciales:

$$\frac{d^2 x_\sigma}{ds^2} = \sum_{\mu\nu} \Gamma_{\mu\nu}^\sigma \frac{dx_\mu dx_\nu}{ds ds}, \quad (\sigma = 1, 2, 3, 4)$$

con

$$\Gamma_{\mu\nu}^\sigma = -\frac{1}{2} \sum g^{\sigma\alpha} \left(\frac{\delta g_{\mu\alpha}}{\delta x_\nu} + \frac{\delta g_{\nu\alpha}}{\delta x_\mu} - \frac{\delta g_{\mu\nu}}{\delta x_\alpha} \right)$$

"Estas son las ecuaciones del movimiento de una partícula material en el campo de gravitación de las $g_{\mu\nu}$.

"(Notar que el simbolismo empleado por Einstein $g^{\sigma\alpha}$ es la determinante menor de $g_{\sigma\alpha}$).

"El potencial de gravitación comprende entonces diez ecuaciones diferenciales definidas por

$$\sum_{\alpha} \frac{d\Gamma_{\mu\nu}^\alpha}{dx_\alpha} + \sum_{\alpha\beta} \Gamma_{\mu\nu}^\alpha \Gamma_{\nu\beta}^\alpha = k (T_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} T),$$

$T_{\mu\nu}$ y T son expresiones ligadas a las componentes de un cierto tensor energía que tiene, en la determinación del campo, el valor de la densidad de masa en las ecuaciones newtonianas; siendo k la constante de gravitación.

"Podemos igualmente dar la ley simple ingeniosamente deducida de los trabajos de Einstein por Schwarzschild, en un caso particularmente sencillo.

"Este sabio busca la solución de las ecuaciones $G_{\mu\nu} = 0$ para el campo de una partícula en reposo ubicada en el origen de coordenadas espaciales. Escoge coordenadas polares r, θ, φ, t , y escribe la expresión que ya nos es bien conocida

$$ds^2 = -dx^2 - dy^2 - dz^2 + dt^2.$$

De ésta deduce la siguiente:

$$ds^2 = -e^\lambda dr^2 - e^\mu (r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\varphi^2) + e^\nu dt^2,$$

y por cambio de variables,

$$ds^2 = -e^\lambda dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\varphi^2 + e^\nu dt^2.$$

La cual da por identificación con los correspondientes coeficientes de Riemann

$$g_{11} = -e^\lambda, \quad g_{22} = -r^2, \quad g_{33} = -r^2 \sin^2 \theta, \quad g_{44} = e^\nu,$$

de donde resulta el determinante

$$g = -e^\lambda + \nu r^4 \sin^2 \theta.$$

las $G_{\mu\nu} = 0$ que son diez ecuaciones entre las g , se reducen a seis ecuaciones independientes porque hay cuatro relaciones idénticas. Reemplazando en esas ecuaciones las g por los valores que acaban de encontrarse, obtendremos para ds^2 una relación independiente de λ, μ, ν , que será la ley buscada.

"Si se pone $e^\nu = \gamma$ se obtiene sucesivamente y por cálculos extremadamente laboriosos

$$e^\lambda = \gamma^{-1}$$

$$\lambda = 1 - \frac{2m}{r}$$

en donde $2m$ es una constante de integración, m más tarde será identificada con la masa de la partícula en unidades de gravitación.

«Ahora podremos escribir la ley en una forma notablemente sencilla

$$ds^2 = -\gamma^{-1} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\varphi^2 + \gamma dt^2.$$

Además se nota que el primer término puede escribirse en esta forma:

$$-\frac{dr^2}{1 - \frac{2m}{r}}$$

“La sencillez del resultado a que llega Schwarzschild permite esperar que este resultado podrá obtenerse algún día por medios más sencillos que los que él necesitó emplear.”

Hasta aquí lo escrito por Lucien Fabre.

Transcrito lo anterior vamos a exponer una manera de llegar al mismo resultado valiéndonos del principio establecido en otro estudio y que se reduce a la suma de las protoenergías y al establecido por Einstein sobre la inercia de la energía y que es el mismo de lo referente a seudomasa en el estudio aludido.

Para entrar en materia conviene tener un claro concepto de *el trabajo total de las acciones mutuas*. Puede estudiarse en el tomo primero del “*Traité de Mécanique Rationnelle*” par Paul Appell, en la página 121 de la edición de 1919 hecha en París por Gautier-Villars et Cie.

ECUACION QUE CARACTERIZA UN CAMPO ESTÁTICO DE GRAVITACION

El trabajo total de las acciones mutuas de dos masas m y M que producen campos de gravedad y mediando entre las masas la distancia r , tiene esta expresión: $\frac{2 m M}{r}$.

Para la masa *uno* sería: $\frac{2 m 1}{r}$. Si la masa unidad es $\frac{c^2}{c^2}$, se tendrá para el campo producido por la masa m a la distancia r : $\frac{2 m c^2}{r c^2}$;

puesto que en todo punto del espacio-tiempo existe un protopotencial de valor c^2 siempre que haya ausencia de masas y porque ya hemos demostrado que toda protoenergía dividida por el cuadro de c , se comporta como una masa; relación que hemos designado con el nombre de *seudomasa*.

Esta cantidad $\frac{2 m c^2}{r c^2}$ representa el trabajo total de las acciones mutuas que debe existir para la constitución del campo de gravedad y que se sustrae a la protoenergía del espacio-tiempo (proto-

energía que puede designarse como *protoenergía constitutiva*). Se tendrá, pues:

$$c_r^2 = c^2 - \frac{2 m c^2}{r c^2} = c^2 \left(1 - \frac{2 m}{r c^2} \right) = c^2 (1 - k)$$

Sea $(1 - k) = \gamma$ con $k = \frac{2 m}{r c^2}$; entonces $c_r^2 = c^2 \gamma$

Esta protoenergía es la que corresponde a cualquier punto de la esfera de radio r con centro en la masa m ; esta esfera es pues una superficie de nivel.

Sea sobre esa esfera un punto de coordenadas φ y θ ; en él la protoenergía remanente del espacio es c_r^2 , y busquemos el valor de los cuadrados de velocidades a que puede dar lugar esa protoenergía sobre la superficie de nivel a la que se halla reducida. Los elementos de arco sobre las coordenadas esféricas φ y θ , los cuales son normales entre sí, permitirán velocidades que respectivamente llamaremos a y b ; entonces la ecuación general de las protoenergías que es $v^2 = c^2 - u^2$, tomará sobre la superficie de nivel esta forma:

$$a^2 + b^2 = c_r^2 - u^2$$

La acción mutua correspondiente será:

$$ka^2 + kb^2 = kc_r^2 - ku^2 \quad (1)$$

porque, por ejemplo, para a^2 la seudomasa es $\frac{a^2}{c^2}$ y por consiguiente la acción mutua será

$$\frac{2 m a^2}{r c^2} = k a^2$$

Nótese que en esta expresión el símbolo m incluye el coeficiente de gravitación universal.

La fórmula (1) representa la energía invertida en la formación del campo cuando las velocidades a y b se presentan realmente para que puedan producirse las seudomasas respectivas; pero para que tales velocidades se presenten es menester el protopotencial, el cual en este caso está reducido a c_r^2 ; entonces se tendrá:

$$r_1^2 + a^2 + b^2 = c_r^2 - u^2 \quad (2)$$

en donde r_1 es la velocidad en la dirección del radio r .

La diferencia entre (2) y (1) es el protopotencial remanente en el espacio (el espacio-tiempo); protopotencial al cual quedará sometido el móvil que esté dentro del campo de atracción producido por la masa m . Esta diferencia es

$$(2) - (1) = (r_1^2 + a^2 + b^2 = c_r^2 - u^2) - (ka^2 + kb^2 = c_r^2 k - u^2 k)$$

de donde resulta

$$r_1^2 + a^2 (1-k) + b^2 (1-k) = c_r^2 (1-k) - u^2 (1-k)$$

y puesto que $(1-k) = \gamma$ y $c_r^2 = c^2 \gamma$, esta ecuación toma la forma

$$\gamma u^2 = \gamma^2 c^2 - r_1^2 - a^2 \gamma - b^2 \gamma$$

y por consiguiente se tendrá:

$$u^2 = \gamma c^2 - \gamma^{-1} r_1^2 - a^2 - b^2$$

Ahora poniendo expresadas las cantidades infinitesimales, que son $u = \frac{ds}{dt}$, $r_1 = \frac{dr}{dt}$, $a =$ velocidad según la coordenada de longitud $a = r \text{ Sen } \theta \frac{d\varphi}{dt}$, y $b =$ velocidad según la colatitud $= r \frac{d\theta}{dt}$; se encuentra

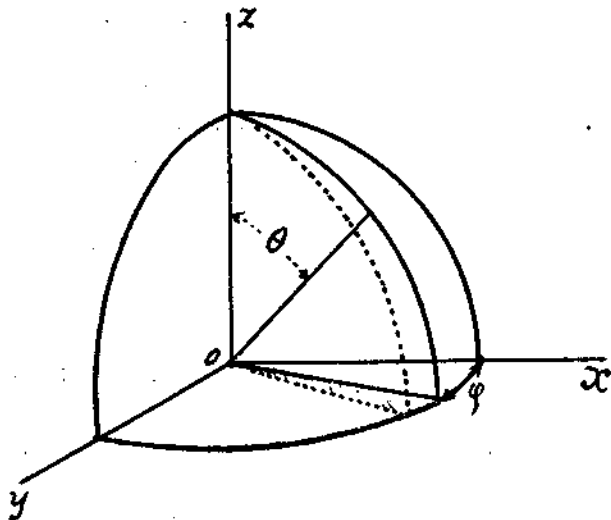
$$\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \gamma c^2 - \gamma^{-1} \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 - r^2 \text{ Sen}^2 \theta \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 - r^2 \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 \quad (3)$$

En estas fórmulas, como lo hace Schwarzschild, se acostumbra hacer igual a la unidad tanto el coeficiente de gravitación como la velocidad c , de lo cual resulta el empleo de una unidad llamada *unidad gravitatoria* y que H. Weyl denomina *radio de gravitación* puesto que tiene las dimensiones de una longitud o distancia. Se toma pues $m = G \frac{M}{c^2}$ cuya dimensión mecánica es L .

Para el sol $m = 1,47 \text{ km.}$; para a tierra $m = 5 \text{ mm.}$

La fórmula (3) es la célebre fórmula de Schwarzschild, por medio de la cual se encuentran las trayectorias de los planetas y la de un rayo de luz, entre las más notables de sus aplicaciones. Empero, este autor escribe su fórmula de un modo más sencillo, puesto que toma c^2 igual a la unidad y quita los denominadores, con lo cual resulta:

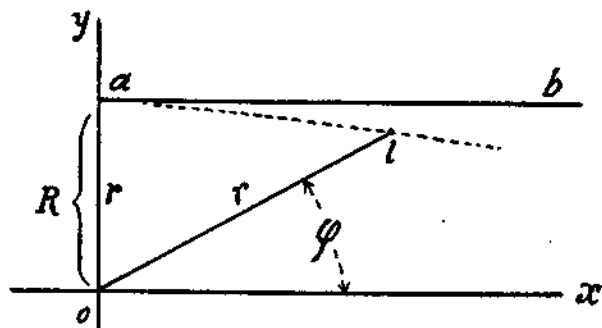
$$ds^2 = -\gamma^{-1} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \text{ Sen}^2 \theta d\varphi^2 + \gamma dt^2.$$



APLICACIONES DE LA FORMULA ANTERIOR

INFLEXION DE UN RAYO LUMINOSO. Un rayo de luz se desvía al pasar cerca de un cuerpo gravitante. Supondremos este cuerpo esferoidal como el sol; consideremos su centro en o y su radio R en la dirección del eje oy y su extremo muy cerca del punto a por donde pasa un rayo luminoso en la dirección ab paralela al eje ox o sea paralelamente a la tangente a la esfera de centro en o . Sobre la trayectoria efectiva del rayo tomaremos

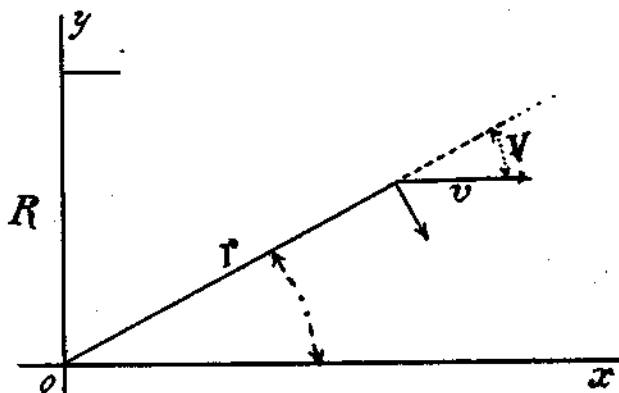
un punto l cuyo radio vector sea r formando con ox el ángulo φ .



La ecuación de la trayectoria se halla de la siguiente manera: sea V el ángulo que la velocidad v del rayo hace con el vector r ; entonces se tendrá:

$$v \text{ Cos } V = \frac{dr}{dt}; \quad v \text{ Sen } V = r \frac{d\varphi}{dt} \quad (a)$$

En la ecuación general, escrita al final del párrafo anterior, se tendrá $ds^2 = u^2 = \text{CERO}$ porque en la ecuación primordial que es $c^2 = u^2 + v^2$, hay que tener en cuenta el caso de la luz y por tanto hacer $v^2 = c^2$, lo que da $u^2 = 0$ y por tanto $ds^2 = 0$.



En consecuencia queda así:

$$-\gamma^{-1} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \text{ Sen}^2 \theta d\varphi^2 + \gamma dt^2 = 0$$

Para hacer más sencilla la fórmula se puede suponer el rayo de luz en el plano de las xy ; en tal caso hay que hacer $\theta = \frac{\pi}{2}$ y entonces $\text{Sen } \theta = 1$ y $d\theta = 0$; en consecuencia se encuentra:

$$\gamma^{-1} dr^2 + r^2 d\varphi^2 = \gamma dt^2 \quad (b)$$

Dividiendo por dt^2 , se halla

$$\gamma^{-1} \frac{dr^2}{dt^2} + r^2 \frac{d\varphi^2}{dt^2} = \gamma$$

y por las ecuaciones (a):

$$\gamma^{-1} v^2 \text{ Cos}^2 V + \gamma \text{ Sen}^2 V = \gamma$$

Si v es normal a r , como corresponde al caso del rayo rasante a la esfera del radio R , entonces

$$V = \frac{\pi}{2} \quad \text{y} \quad \text{Cos } V = 0; \quad \text{por tanto}$$

$$v^2 = \gamma \quad \therefore \quad v = \sqrt{\gamma} \quad (c)$$

De la ecuación (b) se puede obtener una relación entre el ángulo φ y el radio vector r , y esa re-

lación permitirá encontrar la ecuación de la trayectoria del rayo en coordenadas polares: dividiendo por $r^2 d\varphi$ se deduce esta igualdad:

$$\gamma^{-1} \frac{dt^2}{r^2 d\varphi^2} + 1 = \gamma \frac{dr^2}{r^2 d\varphi^2} \quad (d)$$

Ahora se introduce este cambio de variable:

$$u = \frac{1}{r} \text{ o sea } u = r^{-1}, \text{ de lo cual resulta}$$

$$du = -r^{-2} dr \quad \therefore \quad \frac{dr^2}{r^2} = 2 r^{-3} \quad \therefore$$

$$d^2 u = \frac{2 dr^2}{r^3} = 2 u \frac{dr^2}{r^2} \quad \therefore \quad \frac{dr^2}{r^2} = \frac{d^2 u}{2 u}$$

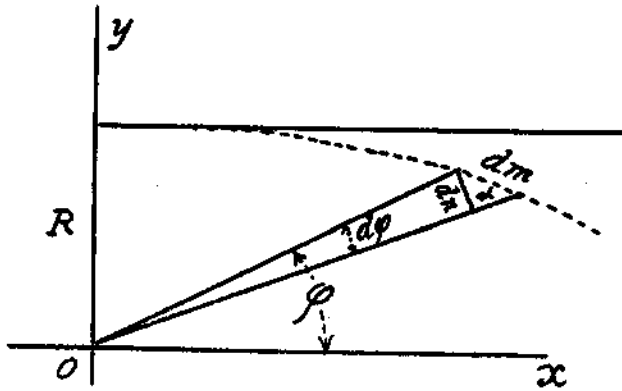
y sustituyendo en (d)

$$\gamma^{-1} \frac{d^2 u}{d\varphi^2} + 2 u = 2 u \gamma \frac{d^2 u}{r^2 d\varphi^2} \quad \therefore$$

$$\frac{d^2 u}{d\varphi^2} + 2 \gamma u = 2 u \gamma \frac{\gamma dt^2}{r^2 d\varphi^2}$$

Como $\gamma = 1 - 2 mu$, $2 \gamma u = 2 u - 4 mu^2$ y por consiguiente se tendrá:

$$\frac{d^2 u}{d\varphi^2} + 2 u = 4 m u^2 + 2 u \gamma \frac{\gamma dt^2}{r^2 d\varphi^2}$$



Hay que investigar ahora el valor del quebrado $\frac{\gamma dt^2}{r^2 d\varphi^2}$. Por la ecuación (c) se tiene $\gamma dt^2 = v^2 dt^2 = dn^2$, siendo dn una longitud normal a r , puesto que se ha de tener $V = \frac{\pi}{2}$; $r d\varphi$ es el arco elemental engendrado por el radio vector $r + dr$, pues $dm = (r + dr) d\varphi$. Por tanto

$$\frac{\gamma dt^2}{r^2 d\varphi^2} = \frac{dn^2}{dm^2}$$

La relación $\frac{dn}{dm}$ es igual al Cos. del ángulo α .

Este ángulo α varía de 90° en a hasta 0° en el infinito; su promedio en grados está dado por

$$\frac{\sum \alpha}{90} = \frac{90 \times \frac{1}{2} 90}{90} = 90/2 = 45^\circ$$

Cos. $45^\circ = 0.7071$, cuyo cuadrado es 0.5000 . Por consiguiente $\frac{\gamma dt^2}{r^2 d\varphi^2} = 0.5 = \frac{1}{2}$ con lo cual se tiene que

$$2 u \gamma \frac{\gamma dt^2}{r^2 d\varphi^2} = u \gamma = u (1 - 2 mu) = u - 2 mu^2$$

y sustituyendo este valor, resulta:

$$\frac{d^2 u}{d\varphi^2} + 2 u = 4 m u^2 + u - 2 mu^2 \quad \therefore$$

$$\frac{d^2 u}{d\varphi^2} = 2 mu^2 - u$$

Según la Figura 2, $R/r \approx \text{Sen } \varphi$; sea pues $Ru = \text{Sen } \varphi \quad \therefore \quad u = \text{Sen } \varphi / R$ y reemplazando esta igualdad, se encuentra:

$$\frac{d^2 u}{d\varphi^2} = \frac{2 m}{R^2} \text{Sen}^2 \varphi - \frac{\text{Sen } \varphi}{R}$$

Al valerse de esta ecuación se deducen las siguientes igualdades:

$$\frac{du}{d\varphi} = \frac{2 m}{R} (-\text{Sen } \varphi \text{ Cos } \varphi) + \frac{\text{Sen } \varphi}{R} = -$$

$$\frac{m}{R} 2 \text{Sen } \varphi \text{ Cos } \varphi + \frac{\text{Cos } \varphi}{R}$$

$$u = \frac{m}{R} [\text{Sen}^2 \varphi + 2 \text{Cos}^2 \varphi] + \frac{\text{Sen } \varphi}{R} = \frac{1}{r}$$

Multiplicando por Rr , esta última ecuación se transforma así:

$$R = r \text{Sen } \varphi + \frac{m}{R} \left[\frac{r^2 \text{Sen}^2 \varphi}{r} + \frac{2 r^2 \text{Cos}^2 \varphi}{r} \right]$$

Para pasar a coordenadas rectangulares basta sustituir los siguientes valores:

$$r \text{Sen } \varphi = y; \quad r \text{Cos } \varphi = x; \quad r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

De este modo se obtiene esta ecuación:

$$y = R - \frac{m}{R} \frac{y^2 + 2x^2}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

Para hallar la tangente angular de la asíntota conviene dividir numerador y denominador del quebrado por x y se obtiene esta forma

$$y = R - \frac{m}{R} \frac{\frac{y^2}{x} + 2x}{\sqrt{1 + y/x^2}}$$

en la cual si $x \rightarrow \infty$, resulta $y = R - \frac{m}{R} 2x$ de donde se deduce $\text{Tg } a = -\frac{2m}{R}$.

Si R se toma igual al radio del sol ($R = 695.500$ km.), $m = 1.47$ km. como escribe Wely, y sabiendo que $1''$ equivale en radianios a $4.8481 \cdot 10^{-6}$, cuyo log. es 6.6855749 , se ve que el ángulo es sumamente pequeño y que se puede tomar el ángulo en radianios por la tangente. Por consiguiente el ángulo $a = 2m/R$ y el ángulo total de las desviación del rayo luminoso será el doble, es decir $4m/R$. Haciendo las operaciones numéricas correspondientes, se encuentra que es igual a $1''.74$

DESVIACION DE LAS LINEAS ESPECTRALES HACIA EL ROJO. Se demuestra este fenómeno, que ha recibido el nombre de "Efecto Einstein", y que se produce por el campo gravitatorio donde se engendra la luz, buscando —como lo hace

Fabre—, la relación entre los tiempos de vibración de un átomo en la fotosfera y en la superficie de la tierra; para ello emplea los valores que deben corresponder a las raíces cuadradas de los coeficientes g_{44} de Einstein, y encuentra que esa relación vale $1 + m/R$ siendo m la masa y R el radio del sol. De esto se deduce que las longitudes de onda de la luz producida en la superficie del sol, son más amplias que las de la luz producida en la superficie de la tierra, y por consiguiente las rayas espectrales de la luz solar deben aparecer desalojadas hacia el rojo con relación a las líneas espectrales de la luz originadas en la tierra.

Con la luz de sol no se pudo comprobar al principio ese desalojamiento por ser demasiado pequeño; pero con la luz producida en astros de campos de gravedad más intensos, como los producidos por las estrellas enanas blancas como la compañera de Sirio en donde la intensidad de la gravedad en su periferia es muchísimo mayor que la correspondiente en el sol, se pudo comprobar el "efecto Einstein". En este astro en cuya superficie se calculó que un litro de agua pesaría 50 toneladas, se comprobó por el astrónomo W. S. Adams el desalojamiento espectral habiendo descontado el efecto Doppler puesto que se conocían las características de la revolución del astro en torno de Sirio.

De la fórmula establecida al principio de este estudio sobre el campo gravitacional, se puede deducir el "efecto Einstein" procediendo como se expone a continuación: al establecer dicha fórmula se halló esta igualdad,

$$c_r^2 = c^2 (1 - 2m/r)$$

de la cual se deduce esta otra,

$$\frac{c^2}{c_r^2} = \frac{1}{1 - 2m/r} = 1 + 2m/r$$

cuya raíz cuadrada, con suficiente aproximación,

$$\text{es esta: } \frac{c}{c_r} = 1 + \frac{m}{r}$$

y por consiguiente $c = c_r (1 + m/r)$.

$$\text{Para el sol se tendrá: } c = c_R (1 + M/R)$$

$$\text{Para la tierra será } c = c_t (1 + m/r)$$

Eliminando c entre estas dos igualdades se encuentra

$$c_t (1 + m/r) = c_R (1 + M/R)$$

Poniendo las velocidades de la luz en función de una longitud de onda monocromática, resulta

$$\frac{\lambda}{t} (1 + m/r) = \frac{\lambda}{T} (1 + M/R)$$

$$\text{De aquí se deduce } \frac{T}{t} = \frac{1 + M/R}{1 + m/r}$$

M/R es igual a 0.000 002 116;

$m/r = 0.000\ 000\ 000\ 785$; se tendrá:

$$\frac{T}{t} = 1.000\ 002\ 115$$

Esta igualdad indica que el período T es mayor que el t , o sea que el período para la onda de una misma luz es mayor en el sol que en la tierra, por consiguiente las correspondientes líneas del espectro se desviarán hacia el rojo; se produce pues un efecto igual al de Doppler-Fizeau, que se ha denominado efecto Einstein.

El "efecto Einstein" no se pudo comprobar claramente con la luz del sol porque resulta muy pequeña la diferencia de longitudes de onda; pero se comprobó con éxito cuando se hicieron experiencias con la luz de astros de mayor potencial, como sucedió con la luz de la estrella compañera de Sirio, pequeña y blanca, en cuya superficie el campo es 1 200 veces mayor que en el sol; y en general se obtuvieron resultados igualmente favorables con otras estrellas enanas blancas.

Se ha demostrado que para un mismo medio de propagación, la velocidad de la luz es la misma tanto en un sentido como en el opuesto. Por consiguiente si hay un medio cuya transparencia se deba el enrarecimiento de la materia que contiene y en su interior hacia el centro hay un punto T , se puede admitir que entre este punto T y un punto P en la periferia de una esfera de radio r cuyo centro esté en las proximidades de T y que abarque el medio de materia enrarecida, hay una diferencia de potencial del campo de gravitación formado por el conjunto de materia contenida en el medio. Esto no implica en modo alguno que el punto T sea el centro de la esfera. Entonces si m es la masa contenida en la esfera, se puede aplicar una ecuación de la forma

$$c_r = c \left[1 + \frac{m}{r} \right]$$

aplicable a la luz procedente de un punto sobre la periferia de la esfera supuesta, y esto denotaría la presencia del efecto Einstein indiscriminable del efecto Doppler-Fizeau.

Por consiguiente la desviación, hacia el rojo de la luz procedente de las galaxias no es imputable en toda su magnitud a un alejamiento sistemático de las galaxias con respecto a la tierra. Son partidarios de esta idea Zwicky y Ten Brunggenkate.

Las presiones de los gases también producen efectos análogos al Doppler-Fizeau.

A pesar de la anterior demostración no hay que perder de vista la teoría de la *expansión del universo* que presenta como principal prueba el alejamiento prodigioso de las galaxias deducido del corrimiento hacia el rojo de las líneas espectrales tomado como el fenómeno Doppler-Fizeau; expansión de qué son partidarios muchos profesores de gran renombre entre los científicos, pues tal teoría, aunque no ha sido preconizada por Einstein, tiene su fundamento en llamada "constante cosmológica"

introducida por este sabio en sus fórmulas relativas al campo gravitacional, estimulado para ello por consideraciones sobre la necesidad de una densidad finita de la materia contenida en el universo con el fin de que resultara más clara la deducción de un universo finito con la cual está más acorde la teoría de la relatividad generalizada, aunque en rigor no era indispensable la introducción de un término más con la mencionada "constante".

Las primeras fórmulas de Einstein no la contenían. El mismo Einstein dice que ese término adicional no es de absoluta necesidad, pues el matemático Friedman demostró, el primero, que es posible, en concordancia con las ecuaciones del campo de gravitación, tener una densidad finita en el espacio tridimensional, sin agregar nada *ad hoc* en las ecuaciones del campo.

Sitter en 1917, basado en apreciaciones relativistas, llegó a la hipótesis de que los cuerpos lejanos como las nebulosas, debían estar dotados de velocidades de alejamiento; aunque por esa época sólo se conocían las velocidades radiales de tres nebulosas espirales: dos de alejamiento y una de aproximación. Después Sliper y Humason, en los Estados Unidos, estudiaron los espectros de más de 200 nebulosas espirales y encontraron que con excepción de un 6% los espectros acusaban desalojamiento hacia el rojo. Años más tarde el astrónomo Edwin Hubble, de Monte Wilson, quien se había dedicado a estudiar las galaxias llegó a la convicción de que las nebulosas espirales se alejaban de la tierra a grandes velocidades con tanto mayor rapidez cuanto más distantes, como lo expresan las fórmulas que dio a conocer en los estudios publicados en unión de su colaborador Milton L. Humason.

Pero lo más sensacional es que Einstein en su libro "The Meaning of Relativity", publicado en 1950, dice hacia la página 128, que no se puede conside-

rar el descubrimiento de Hubble sino como una expansión del sistema estelar, pues ninguno de los conocimientos de la física actual permite interpretar de otra manera el fenómeno observado.

La teoría primitiva de Einstein conceptúa el universo como finito y en reposo; pero Sitter fundándose en la misma teoría dedujo que los más lejanos cuerpos celestes tienden a separarse; entonces como consecuencia natural se pensó que las cosmologías de Einstein y de Sitter eran opuestas entre sí, pero según lo que escribió en su tinoso libro *Armonía Física del Mundo* el erudito científico Rafael Torres Mariño, surgió la opinión del matemático belga, abate Georges Edouard Lemetre, por la cual se eliminó la aparente oposición, pues hizo ver que la idea de Einstein correspondía a un equilibrio inestable y que una vez alcanzado pudo presentarse el ensanche de que habla Sitter. Con estas ideas esbozó una teoría sobre el proceso que parece estar siguiendo en la actualidad el universo.

Muchas son las fantasías forjadas sobre estos distintos conceptos en relación con lo que parece que está pasando en el universo; pero no hay que perder de vista que en estas apreciaciones sugeridas por la observación, lo que estamos viendo hoy en las galaxias lejanísimas, hace millones de años que pasó y que si las geodésicas del espacio-tiempo tienen curvatura esferoídica, lo que se observa por la luz procedente de las galaxias está en la dirección de la tangente a la trayectoria luminosa que nos llega y en consecuencia, si el fenómeno considerado es el de Doppler, no hay por qué asegurar que las galaxias se alejan radialmente; a lo sumo se podría decir que hace millones de millones de años estaban describiendo curvas extrañamente inmensas, semejantes a las trayectorias de los cometas o quizá cerradas y definidas como las de los satélites.

Bogotá, septiembre de 1955.

LAS TABLAS DE LA LUNA Y EL SABIO COLOMBIANO

JULIO GARAVITO A.

JULIO CARRIZOSA V.

Sólo hacia el fin de la vida, libre ya de las agobiadoras preocupaciones de la enseñanza, y cuando se comenzaba a reconocer en el país la gran obra científica del sabio colombiano, fue que se dedicó Garavito de lleno al desarrollo de las ecuaciones relativas a las tablas de la luna, su obra más importante como astrónomo, es decir la obra cumbre de su vida, ya que había dedicado toda la existencia al estudio, enseñanza y práctica de la astronomía.

La obra científica de Garavito ha sido expuesta y discutida en varias publicaciones y por científicos de nota. Jorge Alvarez Lleras, otra de nuestras lumbreras en la ciencia, Director que fue también del Observatorio Astronómico, se dedicó con fervor de amigo y discípulo del sabio al estudio y publicación de esta obra. Venciendo dificultades de toda índole, a pesar de que la publicación había sido ordenada por la Ley 128 de 1919, dictada en los postreros días de la vida del sabio, escogió y ordenó la obra inédita y aún la que había merecido una publicación, pero en forma tan escasa y defectuosa que más contribuía a obscurecer que a difundir y divulgar los escritos de Garavito. Fue así como vimos aparecer en la magnífica Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, sus principales escritos; aquellos que según juicio de Alvarez Lleras relievaban la personalidad del sabio como hombre de ciencia y genio matemático incomparable.

Sorprende, al recorrer las páginas de la colección de la Revista mencionada, la diversidad de los temas tratados por el ilustre astrónomo, sobre matemáticas puras, sobre física matemática, sobre astronomía, y aún sobre cuestiones económicas y sociales. Y sorprende más si se tiene en cuenta que en todos esos escritos hay siempre alguna idea original no obstante ser tan diversos los tópicos, y haber sido escogidos del inmenso acervo de sus escritos, donde aún duermen y esperan ser publicados muchos de ellos, no menos importantes, que jamás han visto la luz pública. ¡Y pensar que toda esa obra se debe a un hombre que murió a los 55 años, y que trabajó en medio de la incomprensión general, lejos de los grandes centros de cultura, en este nido de águilas, sin bibliotecas ni revistas!

La herencia de Garavito no ha sido recogida hasta ahora por nadie. Excepción hecha de su discípulo Alvarez Lleras, nos atrevemos a decir que nadie la ha aprovechado, ni mucho menos continuado. Garavito fue, pues, una eminente excepción

en su tiempo entre nosotros, y sigue siéndolo. Nuestra Universidad ha perfeccionado sin duda el sistema de producir profesionales en serie, pero de entre ellos no sale ningún científico. Nadie que pueda discutir o continuar esa vida ejemplar del hombre de ciencia que investiga por el solo placer de indagar en lo desconocido, movido por la sublime fruición de la búsqueda, sin ambición de lucro ni aún de honores, pues como Garavito mismo lo dijo en ocasión memorable: "Quien busca honores no encuentra la verdad".

Publicaciones hechas hasta el presente. — Jorge Alvarez Lleras, también hacia el final de su vida, acuciado por el afán de no dejar inédita la obra más importante del sabio, se dedicó a ordenar la relacionada con las tablas de la luna. Desde el Volumen V Nº 20 de dicha revista comenzaron a aparecer los apuntes de Garavito sobre este problema con un estudio del movimiento elíptico por el método de Jacobi. Al referirse a esta primera publicación decía el Dr. Alvarez:

"El capítulo de Mecánica Celeste que publicamos en el presente número y que estaba inédito en nuestro poder, puede considerarse como la introducción a los estudios de Garavito sobre el movimiento de la luna. A este punto volveremos, pues, cuando publiquemos su gran trabajo matemático, que también está inédito, y que significa un progreso definitivo en la solución del problema de los tres cuerpos. Entonces procuraremos dar una idea del proceso mecánico que ha llevado al conocimiento de la gravitación hasta sus últimos límites, empezando con Hansen y concluyendo con Newcomb, Delaunay, Hill, Brown y Garavito."

A esta publicación siguieron otras dos en los números 22 y 24 del Volumen VI. De éstas, la primera titulada "Tablas de la Luna" apenas sí tiene un interés secundario. Sobre la razón de esta publicación dice Alvarez Lleras:

"Damos a la luz en la presente entrega de esta publicación unos apuntes inéditos del sabio astrónomo colombiano, que no tienen importancia en sí, por cuanto no representan investigación efectiva, pero que son útiles para dar idea al lector colombiano interesado en conocer el proceso de la educación científica de Garavito, del desarrollo que en su mente tuvo el concepto matemático de un perfeccionamiento en la teoría de la mecánica lunar."

"Sin duda alguna, este proceso indica que Garavito, al pretender la realización de unas tablas de

la luna, se encontró con el hecho de que los sabios trabajos de Newcomb no podían considerarse como definitivos y que la Mecánica Celeste de Poincaré suministraba procedimientos de cálculo mucho más efectivos. Así se vio llevado a un análisis de fondo de este problema, para realizar la obra maestra de su genio matemático de acuerdo con la práctica de Poincaré y los trabajos últimos de Hill y Brown."

"Damos esta explicación, que parece necesaria, porque tal vez algunos lectores extranjeros se pregunten la razón de ser de la publicación a que se hace referencia y que no habrán de encontrar de mérito sobresaliente ni de novedad efectiva. Cuando ellos tengan ocasión de leer en esta Revista el magistral estudio de Garavito que contiene las ecuaciones finales para elaborar unas tablas de la luna, que su autor habría dedicado a este trabajo si la muerte le hubiera dado tiempo para ello, sin duda alguna apreciarán la importancia relativa que tiene la publicación nombrada."

La segunda publicación se titula: "Fórmulas definitivas para el cálculo del movimiento de la luna por el método Hill-Brown, y con la notación usada por Henri Poincaré en el Tomo III de su curso de Mecánica Celeste."

Alvarez Lleras complementa la publicación anterior con varias notas que tienen por objeto como él mismo lo dice: "explicar a la mayoría de los lectores no familiarizados con los problemas referentes a la Astronomía de posición, en qué consiste el problema abocado por Garavito". Termina estas notas, que son de gran interés, y a las cuales nos referiremos detalladamente más adelante, con el siguiente concepto:

"Brevemente hemos tratado de exponer en estas notículas, las razones que tenemos para creer que las ecuaciones finales de Garavito para construir unas nuevas tablas de la luna, tienen una importancia capital, y constituyen su mayor contribución a la ciencia astronómica."

Por las palabras anteriores se comprende que esta segunda publicación forma ya parte del trabajo de Garavito sobre las tablas de la luna. Quienes esperábamos con ansiedad la publicación de obra tan importante recibimos, pues, con agradable sorpresa este primer escrito con el cual se iniciaba la etapa final de la publicación de la obra más trascendental del sabio colombiano. Nos aplicamos, por lo tanto, con empeño a su estudio esperando obtener con nuestro esfuerzo, modesto sin duda, alguna luz que nos permitiera decidir mediante la ayuda de otros mejor dotados, si fuere el caso de continuar aquella obra truncada en sus comienzos, aunque al parecer, según concepto de Alvarez Lleras, no tan al principio, ya que Garavito había alcanzado a establecer los desarrollos necesarios a partir de las ecuaciones fundamentales basadas en el método de Hill-Brown. Queríamos ser fieles a la memoria del sabio y trabajar para que su recuerdo no se extinguiera como el de tantos otros,

sin dejar rastro, sino reviviera en los trabajos de sus sucesores, y sirviera de estímulo o iniciativa en los jóvenes de hoy con vocación para servir a la verdad por el camino del saber científico. Por esto consideramos deber elemental contribuir a contestar esas pocas preguntas que están a flor de labio en todo colombiano culto: ¿Qué fue de la obra de Garavito? ¿Y las tablas de la luna? ¿Por qué no se publicaron? Respecto de las tablas de la luna yo me había preguntado además: Ya que es de todos sabido que la muerte interrumpió la magna obra de calcular numéricamente las tablas, ¿por qué no se publica el trabajo que les sirvió de fundamento? Quizás una vez allanado el camino e indicado el derrotero a seguir, no sería imposible que nuestros científicos se dedicaran a esta labor que más sería de paciencia que de ingenio matemático.

Esperamos, pues, con no disimulada impaciencia a que continuara la publicación aparecida en el número 24 del Volumen VI de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, pero esperamos en vano. Apareció en Volumen VII con algunos trabajos ya conocidos y publicados de Garavito; pero de las tablas, nada. Nos dirigimos entonces al Dr. Alvarez Lleras, cuya precaria salud apenas sí le permitía asistir al Observatorio breves momentos, y oímos de sus labios una respuesta que nos dejó desconcertados: "No existen, dijo, manuscritos. Garavito no terminó los desarrollos del método de Hill-Brown." A pesar de tan autorizada opinión aún subsiste en nosotros la duda sobre el particular, pues al elaborar el índice de su obra, pocos meses después de muerto Garavito, comprobamos la existencia de un número allí señalado en el índice, de seis o más (no recordamos) grandes pliegos contentivos de los cálculos. Es verdad que no examinamos su contenido, pero, en todo caso pudimos apreciar superficialmente que el trabajo era mucho mayor que el publicado en el único escrito que hemos mencionado del N^o 24 de la Revista de la Academia. No desesperamos de que estos manuscritos, si existen, aparezcan, pero entre tanto nos hemos permitido efectuar un estudio del trabajo en mención, único publicado hasta ahora, con el propósito de satisfacer a los siguientes interrogantes: ¿Qué fracción de la labor que se proponía realizar Garavito, consistente en desarrollar el método Hill-Brown, ha sido efectuada en dicho trabajo? ¿Con base en esa fracción sería posible llevar a término todo el desarrollo? ¿Y en caso de que esto sea posible, es aconsejable, se justificaría plantear en nuestro tiempo la elaboración de nuevas tablas de la luna, en substitución o como corrección de las hoy conocidas y en uso, de Hansen, Radau-Delaunay, Newcomb, o las más recientes de Brown?

Algunos antecedentes históricos. — ¿Está aún vigente el problema del movimiento lunar? — En la opinión de muchos científicos, la Astronomía es una ciencia que ha llegado a la perfección. Garavito participaba de esta idea la que expresa

en varios de sus escritos. En su trabajo sobre *Optica Matemática*, por ejemplo, se cuida bien de distinguir entre “las teorías hipotéticas de la Física, que no son sino teorías provisionales”, y la *Mecánica Celeste* que “está como la Geometría en el campo de las ciencias puras”. “Es injustificable —dice— la pretensión de los físicos modernos de conferir a sus teorías hipotéticas valor equiparable a las de la astronomía”. “El universo astronómico es, en efecto, más sencillo desde el punto de vista de la Mecánica, que el mundo molecular: todo es visible en el primero, todo es oculto en el segundo. La gran solidez que tiene la ciencia astronómica (“ya definitiva”, dice en otro lugar) consiste precisamente en la objetividad de la causa y del efecto. Le Verrier, por ejemplo, supuso que un nuevo planeta era el causante de las perturbaciones conocidas de Urano, calculó la posición de esa masa oculta, y la observación descubrió a Neptuno. La causa se hizo así visible. En física una verificación semejante es de todo punto imposible.”

A pesar de la aserción anterior, que es reflejo simplemente de la mentalidad científica de su época, no todo marchaba tan exactamente en el campo de la Astronomía, y entre los astros rebeldes, figuraba en primer término la luna, la que no acudía tan puntualmente como era de esperarse a la cita que le daban anticipadamente los astrónomos. Una vez, en efecto, que su movimiento se había encuadrado en tablas cuidadosamente hechas, al poco tiempo esas tablas ya no servían. Era lógico pensar, no obstante, que la sola ley de la gravitación universal debía explicar el movimiento lunar por complicado que fuera, y por eso la Academia de Ciencias de París ofreció un premio a las tablas de la luna que se presentaran en 1820 fundadas únicamente sobre la teoría de la gravitación universal. Hasta entonces las diferentes tablas lunares estaban fundadas, parte en la observación y parte en la teoría, como las tablas de Tobie Mayer (1760) que sirvieron por largo tiempo a los astrónomos con las correcciones que le fueron hechas por Bradley, Maskelyne y Masson (1787). Asimismo las tablas de Bürg (1806) quien contribuyó con sus observaciones a mejorar las anteriores bajo la dirección de Laplace. A su vez, nuevas observaciones permitieron el mejoramiento de las tablas de Bürg por Burekhardt, las que fueron adoptadas por la Oficina de Longitudes de París en 1816. Pero en todas estas tablas, de efímera duración relativamente, se puede decir que la observación primaba sobre la teoría, así que muchas de las correcciones eran enteramente empíricas. De ahí la importancia que la Academia de Ciencias de París concedió al problema de basar el movimiento lunar exclusivamente en las leyes de la gravitación universal, “sin tomar de la observación más datos que los necesarios para fijar los elementos del movimiento elíptico”. Ya Laplace, en el libro VII de la *Mecánica Celeste* (1799 a 1805) había probado la posibilidad

de esta solución teórica haciendo resaltar las grandes ventajas que podían obtenerse de ella. Por otra parte, las matemáticas, en los comienzos del siglo XIX, habían llegado a perfeccionar notablemente el instrumento del Cálculo, hasta el punto de que ya en 1801 Gauss, al publicar sus *Disquisitiones Arithmeticae*, inició el período reciente de las matemáticas modernas tal como los profesionales de hoy las entienden.

Al llamamiento de la Academia de Ciencias respondieron tres notables astrónomos: Damoiseau, francés, y Plana y Carlini, italianos, quienes presentaron al concurso dos trabajos igualmente notables, el uno de Damoiseau y el otro de Plana y Carlini. Entre tales trabajos se repartió el premio, pues ambos cumplían con las condiciones prescritas y conducían a resultados casi idénticos entre sí. Estos hombres de ciencia iniciaron, pues, la era que pudiéramos llamar Racional en el estudio del movimiento lunar, ya que la Academia de Ciencias consiguió con ellos lo que se proponía: demostrar que la gravitación universal es la causa única de las desigualdades que perturban el movimiento de la luna, y que es bien posible, sin tomar de la observación otros datos que los indispensables exigidos por el problema, formar tablas lunares suficientemente exactas para satisfacer a todas las exigencias de la práctica. Ambos trabajos sirvieron, en efecto, de fundamento a las respectivas tablas de la luna. Las de Damoiseau aparecieron en 1824 y en 1828, y las tablas basadas en la teoría de Plana fueron publicadas en Washington en 1853.

A los trabajos anteriores siguieron otros, pues bien pronto se notó que las tablas establecidas por Damoiseau y Plana presentaban serias discordancias con las observaciones cada vez más precisas del movimiento lunar; discordancias que iban en aumento. La causa de tales discordancias se atribuyó en primer lugar a errores inevitables de cálculo, dada la complicación de éstos y el número verdaderamente aterrador de operaciones en las cuales se empleaban varios años de intenso y continuado trabajo. En segundo lugar a la omisión de términos de variación secular debidos a causas no bien conocidas. Los astrónomos y matemáticos se aplicaron por tanto al estudio apasionante de esta cuestión, buscando en primer término métodos que condujeran a cálculos menos intrincados, y en segundo término a nuevos planteos, más generales, para evitar el dejar de lado esas acciones que con el correr de los años producían sensibles diferencias con las observaciones. Como resultado de todos estos trabajos cuya historia es por demás interesante (véase Tisserand Tomo III de la *Mecánica Celeste*), Poincaré, en sus lecciones de *Mecánica Celeste*, concluye: “Pero hoy se puede decir que no hay sino tres métodos que cuenten: el de Hansen, el de Delaunay y el de Hill-Brown. Este último fue el adoptado por Garavito quien pensó con Poincaré que por ser más directo que los otros permiti-

tiría llevar la aproximación bastante más lejos que la obtenida en las tablas de Hansen y de Delaunay-Radau-Newcomb.

Garavito decidió, por tanto, acometer la magna tarea de desarrollar las ecuaciones y emprender el cálculo de las tablas por el método de Hill-Brown, no sabemos con precisión hacia qué año. Sin embargo, es probable que fuera hacia los años de 1907 o 1908 en que se publicaron las Lecciones de Mecánica Celeste de Poincaré, a las que se refiere en sus escritos, y cuya notación emplea. Sin embargo, hay que notar que Brown ya había comenzado en estos años a calcular sus tablas basadas en el mismo método, cuyo desarrollo completo fue publicado en las *Memoirs of the Royal Astronomical Society* durante los años de 1901 a 1908. Brown empleó veinte años en el cálculo propiamente dicho de las tablas, las que fueron impresas por Cambridge University Press y publicadas por Yale University en tres volúmenes en 1919, es decir, un año antes de la muerte de Garavito. Estas nuevas tablas de Brown adoptadas por el *Nautical Almanac* desde 1923 en substitución de las de Hansen, representan en total unos treinta años de trabajo y requirieron la escritura de más de cuatro millones de cifras, y más de cuatrocientos mil productos. Contienen además mil quinientos términos periódicos, o sea 5 veces más que en las tablas de Hansen, todos ellos excepto uno de los más importantes cuyo período es de dos siglos y medio, basados en la ley de la gravitación. Es de preguntarse, pues, después de tan descomunal trabajo si con estas tablas quedaron despejadas todas las incógnitas del movimiento lunar. Leamos lo que dice al respecto la Enciclopedia Británica en escrito de John Jackson, astrónomo del observatorio del Cabo de Buena Esperanza:

“Aunque las tablas de Brown presentan una más estrecha concordancia con las observaciones que las tablas anteriores, especialmente en los términos de período corto, la diferencia entre la teoría y la observación *aún sigue variando permanentemente de año en año*. Por sugestión de Brown su discípulo anterior, el Dr. W. J. Eckert revisó numéricamente las perturbaciones del sol en el movimiento de la luna y las encontró correctas. El cambio de la teoría Newtoniana a la teoría de la relatividad (como sucedió con Mercurio, anotamos nosotros) hace cambiar poco los cálculos, y ahora se acepta generalmente que la diferencia entre la teoría y la observación no puede explicarse por error en ninguna de las dos. La explicación generalmente aceptada es que las fluctuaciones irregulares en la velocidad de rotación de la tierra en su eje nos da una escala de medida del tiempo errada. Si esto es así, entonces los varios cuerpos celestes presentarían irregularidades semejantes en sus movimientos aparentes. El problema se complica por el hecho de que las irregularidades en la velocidad de rotación de la tierra puedan ser o no ser causadas por la misma

luna, pero las investigaciones llevadas a cabo por los principales astrónomos sobre irregularidades en los movimientos aparentes de la mayor parte de los planetas principales, particularmente de Mercurio y el Sol, tienden a confirmar la hipótesis de que la rotación irregular de la Tierra puede ser la causa principal de la aparente discordancia entre la teoría y la observación. No es posible fabricar relojes terrestres de la exactitud requerida para comprobar la uniformidad de la rotación terrestre, aunque tal cosa parece posible en un futuro no muy distante.”

La Enciclopedia termina con el siguiente concepto del mismo astrónomo autor del artículo: “Es improbable que alguien intente una nueva teoría de la luna en muchos años, así que las tablas de Brown corregidas si es necesario empíricamente, serán usadas durante todo el siglo XX”. De lo anterior se deduce que el enigma subsiste; que está aún vigente el problema del movimiento lunar y que hoy como hace sesenta años se puede exclamar con Tisserand al final de su obra monumental sobre la luna refiriéndose a la teoría de la gravitación: “Ella triunfará otra vez del nuevo obstáculo que se le presenta; pero falta por hacer algún bello descubrimiento!”

¿Qué fracción del método de Hill-Brown alcanzó a desarrollar Garavito? — Como decíamos, sólo disponemos de una publicación referente al desarrollo del método de Hill-Brown por Garavito; la que vio la luz en el N^o 24 Volumen VI de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias con el título: “Fórmulas definitivas para el cálculo del movimiento de la luna por el método Hill-Brown y con la notación usada por Henri Poincaré en el tomo III de su curso de Mecánica Celeste.”

Este escrito que consta de cinco partes dedica las cuatro primeras al establecimiento de las ecuaciones de Hill para el estudio del fenómeno de la Variación Lunar; es decir los términos de grado cero y los que dependen solamente de la excentricidad lunar, pero son independiente de la inclinación del plano de la órbita lunar, de la paralaje y de la excentricidad solar. Como es sabido, la Variación es un fenómeno descubierto desde fines de la edad media por Tycho Brahe mediante el análisis de un número extraordinario de observaciones visuales hechas sin auxilio de telescopio alguno. Se debe a que la componente tangencial a la órbita lunar de la fuerza atractiva del sol, unas veces retarda y otras acelera su movimiento entre las sigigias. Hill estudia esta irregularidad como queda dicho, acogiendo la idea de Euler de comenzar con una primera solución basada en que la órbita de la luna coincida con la eclíptica, sin excentricidad, y la del sol sea circular. Garavito establece dichas ecuaciones con gran elegancia y concisión valiéndose de los versores que él prefería casi siempre en sus exposiciones de Mecánica Racional.

En la quinta y última parte del escrito en mención, Garavito, adopta con Poincaré un sistema más general de ecuaciones, reducibles a las de Hill mediante la identificación de dos parámetros, y siguiendo el derrotero aconsejado por Poincaré procede al desarrollo de la solución según las potencias crecientes del cuadrado de la relación del movimiento sideral del sol al movimiento sinódico de la luna (véase Poincaré *Theorie de la lune* pag. 23). Desgraciadamente este desarrollo está incompleto, pues sólo alcanza a establecer las fórmulas para obtener en función racional de p los coeficientes de ζ^2 y ζ^{-2} en los desarrollos de u_1 y de s_1 , mas faltaría realizar estas mismas operaciones para obtener también los coeficientes de las relaciones $m^4, m^6, m^8, m^{10}, m^{12}$, etc., coeficientes que están dados por sistemas de ecuaciones diferenciales, lo cual supone un trabajo enorme y muy superior al ya realizado, con ser éste también de consideración según puede apreciarse al estudiar el escrito en referencia, pues aunque Garavito seguía a Hill y el método expuesto por Poincaré en su *Teoría de la luna*, Tomo II de sus *Lecciones de Mecánica Celeste*, el escrito del matemático francés es en extremo resumido y carece de todos los desarrollos de detalle. Se limita a señalar un derrotero pero le deja a la habilidad del calculista muchas particularidades que sólo pueden ser salvadas por un matemático de la capacidad de Garavito. A esta conclusión se llega cuando comparamos este escrito del sabio colombiano con el derrotero indicado por Poincaré en la obra citada. Es preciso, por lo tanto, concluir en que sólo para el cálculo de la Variación, faltaría por hacer un trabajo inmenso, y si a la Variación agregamos las demás desigualdades del movimiento lunar consideradas por Brown, como el movimiento del nodo, el del perigeo, etc., el trabajo sería gigantesco, y a nuestro modo de ver, salvo opiniones más ilustradas que las muy modestas nuestras, un trabajo inútil, pues ya ha sido efectuado por Brown en las tablas que hoy se aplican.

Esta opinión no quiere decir que hayamos llegado a la conclusión de que el movimiento lunar sea cuestión ya resuelta. Atrás dejamos establecido por autoridades en la materia que el problema sigue en pie. Hay un extraño residuo que cada año se acentúa más y más, y que no se cree poder eliminar con un cálculo más exacto, como lo pensó Newcomb desde 1872. La cuestión parece haber pasado a afectar otro departamento de la astronomía donde se estudia un problema tan importante o más que el de la luna: la medida del tiempo. "Las posiciones observadas de la luna, dice M. Danjon, Director del Observatorio de París, han sido cronometradas con la escala del tiempo que hoy llamamos *tiempo terrestre*. Supongamos que en un

instante dado, el reloj-tierra presenta un avance de treinta segundos; la luna parecerá en retardo sobre su órbita, siendo su longitud medida inferior en treinta segundos de tiempo, o sea aproximadamente quince segundos de arco, a la longitud obtenida por el cálculo del arco descrito por ella". "Y como esta inexactitud del reloj-tierra varía con el tiempo, el error aparente de las tablas de la luna variará lo mismo". Según este concepto tan autorizado, la exactitud alcanzada en la determinación del movimiento lunar hace de nuestro satélite un reloj mejor que el reloj-tierra, o sea el reloj-luna, aunque para decir verdad lo que sucede es que se está controlando al reloj-tierra con el llamado tiempo newtoniano; es decir, el tiempo que deja a salvo la teoría de la gravitación de Newton.

Al llegar aquí en este tan prolijo y desarticulado estudio, me atrevo a pensar que podríamos contestar ya con algún conocimiento a las preguntas formuladas atrás, de la manera siguiente:

¿Qué fracción de la labor que se proponía realizar Garavito, consistente en desarrollar el método de Hill-Brown, ha sido efectuada en dicho trabajo? Si no existen nuevos manuscritos de Garavito, podemos afirmar que en lo publicado apenas se inicia el estudio de la llamada Variación, pero faltaría terminar tal estudio y seguir con las demás desigualdades consideradas por Brown.

¿Con base en esa fracción sería posible llevar a término todo el desarrollo? Nos parece casi imposible y además inútil, pues dicho desarrollo ha sido ya realizado por Brown.

Y en el caso de que esto sea posible, ¿es aconsejable, se justificaría plantear en nuestro tiempo la elaboración de nuevas tablas de la luna, en sustitución, o como corrección de las hoy conocidas y en uso de Hansen, Radau-Delauney, Newcomb, o las más recientes de Brown? Hemos transcrito conceptos muy autorizados que consideran que la exactitud alcanzada en las tablas de Brown es suficiente en relación a la precisión de las observaciones actuales aunque convienen en que hay desigualdades cuya causa hay que buscar en la inexactitud del reloj-tierra. Corresponde a los astrónomos resolver hasta qué punto el fenómeno de las mareas, y demás que afectan el elipsoide de inercia de la tierra, pueden explicar estas discordancias, y hasta qué punto la cuestión depende todavía del famoso y nunca resuelto completamente problema de los tres cuerpos, cuya rigurosa integración, al decir de Poincaré, es manifiestamente imposible.

Bogotá, enero 28 de 1955.

Al Señor Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias, atentamente,

JULIO CARRIZOSA VALENZUELA

INTERPOLACION Y DIFERENCIAS FINITAS

LUIS DE GREIFF BRAVO

I

APUNTACIONES ADICIONALES SOBRE UNA FORMULA PARA INTERPOLACION

En un folleto publicado por el autor del presente estudio, en Medellín, Colombia, el año 1951, el cual lleva por título "Deducción de una fórmula para interpolación y sus aplicaciones al álgebra" se deduce y discute la siguiente fórmula, cuya numeración original anotamos:

$$(5,1) \quad f(x + \gamma h) = A_0 f(x) + A_1 f(x + h) + A_2 f(x + 2h) + \dots + A_{p-1} f(x + [p-1]h) + \frac{B_0}{p!} h^p f^{(p)}(x) + \frac{B_1}{(p+1)!} h^{p+1} f^{(p+1)}(x) + \dots$$

La mencionada fórmula para interpolación puede ser escrita de manera sintética como sigue:

$$(5,1 \text{ bis}) \quad f(x + \gamma h) = \sum_{v=0}^{p-1} A_v f(x + v h) + \sum_{\mu=0}^{\infty} \frac{B_{\mu}}{(p+\mu)!} h^{p+\mu} f^{(p+\mu)}(x) + \dots$$

en la cual los coeficientes A_v pueden expresarse así,

$$(i) \quad A_v = (-1)^{p-v-1} \frac{\pi_{k=0}^{p-1} (\gamma - k)}{(\gamma - v) (p - v - 1)! v!}$$

y los B_{μ} ,

$$B_{\mu} = \frac{1}{\delta} \begin{vmatrix} 1^1 & 2^1 & 3^1 & \dots & (p-1)^1 & \gamma^1 \\ 1^2 & 2^2 & 3^2 & \dots & (p-1)^2 & \gamma^2 \\ 1^3 & 2^3 & 3^3 & \dots & (p-1)^3 & \gamma^3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1^{p-1} & 2^{p-1} & 3^{p-1} & \dots & (p-1)^{p-1} & \gamma^{p-1} \\ 1^{p+\mu} & 2^{p+\mu} & 3^{p+\mu} & \dots & (p-1)^{p+\mu} & \gamma^{p+\mu} \end{vmatrix}$$

(ii) δ es el menor correspondiente a $\gamma^p + \mu$ en el determinante escrito. Explícitamente, es el siguiente determinante de Vandermonde o de Cauchy:

$$(iii) \quad \delta = \begin{vmatrix} 1^1 & 2^1 & 3^1 & \dots & (p-1)^1 \\ 1^2 & 2^2 & 3^2 & \dots & (p-1)^2 \\ 1^3 & 2^3 & 3^3 & \dots & (p-1)^3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1^{p-1} & 2^{p-1} & 3^{p-1} & \dots & (p-1)^{p-1} \end{vmatrix}$$

Vamos a aplicar ahora la (5,1 bis) al cálculo de un polinomio de grado $p-1$. En dicho caso las derivadas de orden p y superiores son todas nulas, lo cual permite escribir,

$$(j) \quad f(x + \gamma h) = \sum_{v=0}^{p-1} A_v f(x + v h)$$

Nos interesa particularmente aplicar esta fórmula (j) a la extrapolación, en el caso de ser $\gamma = p$. Se tiene,

$$(jj) \quad f(x + p h) = \sum_{v=0}^{p-1} A_v^* f(x + v h)$$

Veamos los valores de A_v^* . Teniendo en cuenta que en (i) substituye $\gamma = p$, es entonces,

$$(I) \quad A_v^* = (-1)^{p-v-1} \frac{\pi_{k=0}^{p-1} (p - k)}{(p - v) (p - v - 1)! v!} = (-1)^{p-v-1} \frac{p!}{(p-v)! v!} = (-1)^{p-v-1} C_v^p$$

donde se representa con C_v^p el número combinatorio o coeficiente binómico correspondiente (designado también así: $\binom{p}{v}$).

La fórmula (jj) queda entonces así:

$$(II) \quad f(x + p h) = \sum_{v=0}^{p-1} (-1)^{p-v-1} C_v^p f(x + v h)$$

Para referirnos a polinomios de grado p , debemos escribir la fórmula (II) incrementando el parámetro $p-1$ en una unidad. Queda entonces,

$$(s) \quad f(x + [p+1] h) = \sum_{v=0}^p (-1)^{p-v} C_{p+1}^v f(x + v h)$$

El segundo miembro revela ser un producto escalar (matriz línea por matriz columna). Se puede escribir,

$$(ss) \quad \begin{vmatrix} f(x + [p+1] h) \\ (-1)^{p-1} C_{p+1}^1 \\ (-1)^{p-2} C_{p+1}^2 \\ \dots \\ (-1)^0 C_{p+1}^p \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} (-1)^p C_{p+1}^0 \\ (-1)^{p-1} C_{p+1}^1 \\ (-1)^{p-2} C_{p+1}^2 \\ \dots \\ (-1)^0 C_{p+1}^p \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} f(x + 0h) \\ f(x + 1h) \\ f(x + 2h) \\ \dots \\ f(x + ph) \end{bmatrix}$$

Si en (ss) pasamos el término que forma el primer miembro al segundo y se tiene en cuenta para uniformidad que $C_{p+1}^{p+1} = 1$, se tiene,

$$(r) \quad \left[\begin{array}{l} 0 = [(-1)^p C_{p+1}^0, (-1)^{p-1} C_{p+1}^1, \\ (-1)^{p-2} C_{p+1}^2, \dots, \\ (-1)^0 C_{p+1}^p, (-1)^{-1} C_{p+1}^{p+1}] \end{array} \right] \times \left\{ \begin{array}{l} f_0 \\ f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_p \\ f_{p+1} \end{array} \right\}$$

donde se designa por f_i el valor $f(x + ih)$. La fórmula (r) presentada en forma operatorial, es

$$(rr) \quad (1 - f)^{(p+1)} = 0$$

en cuyo desarrollo los exponentes de f han de ser considerados como índices.

El ejemplo siguiente aclarará su aplicación. Sea $p = 4$, es decir sea un polinomio de cuarto grado. La fórmula (ss) nos da,

$$\begin{aligned} f(x + 5h) &= [C_5^0, -C_5^1, C_5^2, -C_5^3, C_5^4] \times \left\{ \begin{array}{l} f(x + 0h) \\ f(x + 1h) \\ f(x + 2h) \\ f(x + 3h) \\ f(x + 4h) \end{array} \right\} \\ &= [1, -5, 10, -10, 5] \times \left\{ \begin{array}{l} f_0 \\ f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \end{array} \right\}, \text{ etc.} \end{aligned}$$

Basándome en la teoría de *diferencias finitas* he obtenido las fórmulas anteriores. La *memoria* correspondiente aparece en este número de la Revista.

Veamos ahora el caso $x = N$, N entero y además $h = 1$. Se trata entonces de la sucesión de potencias de los números naturales. A saber,

$$f(x) = N^p, f(x+h) = (N+1)^p, \dots, \\ f(x + [p+1]h) = [N+p+1]^p$$

y la fórmula (ss) suministra,

$$(N+p+1)^p = \left[(-1)^p \binom{p+1}{0}, (-1)^{p-1} \binom{p+1}{1}, \dots, (-1)^0 \binom{p+1}{p} \right] \times \left\{ \begin{array}{l} (N+0)^p \\ (N+1)^p \\ (N+2)^p \\ \vdots \\ (N+p)^p \end{array} \right\}$$

Ejercicio numérico. Si en la relación últimamente escrita, substituímos $N = 5$, $p = 3$, se tiene,

$$\begin{aligned} x^3 &= [-1, 4, -6, 4] \cdot \left\{ \begin{array}{l} 5^3 \\ 6^3 \\ 7^3 \\ 8^3 \end{array} \right\} = \\ &= (-125 + 864 - 2058 + 2048) \\ &= 2912 - 2183 = 729 = 9^3 \end{aligned}$$

todo lo cual nos permite concluir que *las potencias p de p + 2 números naturales consecutivos, están ligados entre sí linealmente a los coeficientes del desarrollo binómico de orden p + 1, alternados en signo.*

II

APLICACION DE LA TEORIA DE DIFERENCIAS FINITAS AL CÁLCULO DE POLINOMIOS

1.—Introducción.

Sea una *Sucesión* (fr. "suite", ing. "sequence") de números reales o, en general, de elementos que formen parte de un cuerpo,

$$(1-1) \quad \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \dots, \mu_{p-1}, \mu_p, \dots$$

en la cual los μ_i siguen una ley, conocida o desconocida de formación. Acostúmbrase definir las *Sucesiones de Diferencias* de primero, segundo, ..., p -ésimo orden, como sigue,

$$\begin{aligned} \Delta_1 \mu_1 &= \mu_2 - \mu_1; & \Delta_1 \mu_2 &= \mu_3 - \mu_2; \\ \Delta_1 \mu_3 &= \mu_4 - \mu_3; & \dots & \Delta_1 \mu_p &= \mu_{p+1} - \mu_p; & \dots \end{aligned}$$

Los términos $\Delta_1 \mu_1, \Delta_1 \mu_2, \Delta_1 \mu_3, \dots, \Delta_1 \mu_i, \dots$ constituyen la *Sucesión de Diferencias* de primer orden de la (1-1). Asimismo,

$$\begin{aligned} \Delta_2 \mu_1 &= \Delta_1 \mu_2 - \Delta_1 \mu_1; & \Delta_2 \mu_2 &= \Delta_1 \mu_3 - \Delta_1 \mu_2; \\ \Delta_2 \mu_3 &= \Delta_1 \mu_4 - \Delta_1 \mu_3; & \Delta_2 \mu_4 &= \Delta_1 \mu_5 - \Delta_1 \mu_4; \\ \dots & \Delta_2 \mu_p &= \Delta_1 \mu_{p+1} - \Delta_1 \mu_p; & \dots \end{aligned}$$

nos da en sus elementos $\Delta_2 \mu_1, \Delta_2 \mu_2, \Delta_2 \mu_3, \dots, \Delta_2 \mu_p, \dots$ la *Sucesión de Diferencias* de segundo orden de (1-1).

En general se define la *Sucesión de Diferencias* de orden p , relativas a la *Sucesión* (1-1), a saber,

$$(1-2) \quad \Delta_p \mu_1, \Delta_p \mu_2, \Delta_p \mu_3, \Delta_p \mu_4, \dots, \Delta_p \mu_i, \dots$$

como sigue,

$$\begin{aligned} \Delta_p \mu_1 &= \Delta_{p-1} \mu_2 - \Delta_{p-1} \mu_1; \\ \Delta_p \mu_2 &= \Delta_{p-1} \mu_3 - \Delta_{p-1} \mu_2; \\ \dots & \Delta_p \mu_i &= \Delta_{p-1} \mu_{i+1} - \Delta_{p-1} \mu_i; & \dots \end{aligned}$$

2.—Expresión directa de las Diferencias por medio de los términos, μ_i .

Procederemos inductivamente, así:

$$\begin{aligned} \Delta_1 \mu_1 &= \mu_2 - \mu_1; & \Delta_2 \mu_1 &= \Delta_1 \mu_2 - \Delta_1 \mu_1 \\ &= \mu_3 - \mu_2 - (\mu_2 - \mu_1) &= \mu_3 - 2\mu_2 + \mu_1; \\ \Delta_3 \mu_1 &= \mu_4 - 2\mu_3 + \mu_2 - (\mu_3 - 2\mu_2 + \mu_1) \\ &= \mu_4 - 3\mu_3 + 3\mu_2 - \mu_1; \\ \Delta_4 \mu_1 &= \Delta_3 \mu_2 - \Delta_3 \mu_1 \\ &= \mu_5 - 3\mu_4 + 3\mu_3 - \mu_2 - (\mu_4 - 3\mu_3 + 3\mu_2 - \mu_1) \\ &= \mu_5 - 4\mu_4 + 6\mu_3 - 4\mu_2 + \mu_1; \dots \end{aligned}$$

En general, podemos expresar los resultados anteriores por medio de la fórmula simbólica:

$$(2-1) \quad \Delta_p \mu_1 = (\mu - 1)^{(p)} \mu_i$$

que, para el término general viene a ser,

$$(2-2) \quad \Delta_p \mu_i = (\mu - 1)^{(p)} \mu_i$$

Al efectuar el desarrollo simbólico deben reemplazarse $\mu^r, \mu^r \mu_i$ por μ_r, μ_{r+1} respectivamente, lo cual equivale a cambiar los exponentes por índices, sometidos a la ley de adición causada por la multiplicación.

Para demostrar la validez de la fórmula (2-2), apelamos a la inducción completa. Aceptando su validez para un cierto p , demostraremos que también es válida para $p+1$. En efecto, aplicada la (2-2 a dos términos consecutivos de la sucesión original, o sea al escribir,

$$\begin{aligned} \Delta_p \mu_{i+1} &= (\mu - 1)^{(p)} \mu_{i+1}; \\ \Delta_p \mu_i &= (\mu - 1)^{(p)} \mu_i \end{aligned}$$

y substraer ordenadamente estas últimas, se tiene,

$$\begin{aligned} \Delta_p \mu_{i+1} - \Delta_p \mu_i &= \Delta_{i+1} \mu_i \\ &= (\mu - 1)^{(p)} \mu_{i+1} - (\mu - 1)^{(p)} \mu_i \\ &= (\mu - 1)^{(p)} (\mu_{i+1} - \mu_i) \\ &= (\mu - 1)^{(p)} (\mu - 1) \mu_i \end{aligned}$$

y, finalmente, $\Delta_{p+1} \mu_i = (\mu - 1)^{(p+1)} \mu_i$.

Como la inspección directa nos ha hecho ver que la (2-2) es válida hasta $p=4$, queda demostrada su generalidad.

3.—Sucesión potencial de términos en progresión aritmética.

Sea la sucesión de términos en progresión aritmética,

$$\begin{aligned} a, a+r, a+2r, a+3r, \dots, \\ a+(i-1)r, a+ir, \dots \end{aligned}$$

los que designaremos para mayor brevedad, así

$$(3-1) \quad q_0, q_1, q_2, q_3, \dots, q_i, q_{i+1}, \dots$$

Consideremos las potencias índice s de la sucesión escrita, a saber,

$$(3-2) \quad q_0^s, q_1^s, q_2^s, q_3^s, \dots, q_i^s, q_{i+1}^s, \dots$$

Para sucesiones de esta naturaleza demostraremos el siguiente

Teorema.—La sucesión de Diferencias de orden $s+1$ de la sucesión formada por las potencias índice s de términos que forman progresión aritmética, es nula. Simbólicamente:

$$\Delta_{s+1} q_i^s = 0$$

Demostración.—Veamos cómo se cumple el teorema para $s = 1$ y luego para $s = 2$.

$$s = 1$$

$$q_1 : a, a + r, a + 2r, \dots, a + (i-1)r, a + ir, \dots$$

$$\Delta_1 q_1 : r, r, r, \dots, r, \dots$$

$$\Delta_2 q_1 : 0, 0, \dots$$

$$s = 2$$

La sucesión cuadrática da las diferencias siguientes,

$$q_1^2 : a^2, (a + r)^2, (a + 2r)^2, \dots,$$

$$[a + (i-1)r]^2, (a + ir)^2, \dots$$

$$\Delta_1 q_1^2 : 2ar + r^2, 2ar + 3r^2, 2ar + 5r^2, \dots,$$

$$2ar + (2i-1)r^2, \dots$$

$$\Delta_2 q_1^2 : 2r^2, 2r^2, \dots, 2r^2, \dots$$

$$\Delta_3 q_1^2 : 0, 0, \dots, 0, \dots$$

Pasamos ahora a demostrar que si el teorema es válido para un cierto s (s , entero positivo) también es válido para $s + 1$. Es decir, aceptamos que se cumple la relación,

$$\Delta_{s+1} q_1^s = 0$$

y hacemos ver que, como consecuencia de la anterior, también deberá cumplirse,

$$\Delta_{s+2} q_1^{s+1} = 0$$

En efecto, de acuerdo con la definición, podemos escribir,

$$\Delta_{s+2} q_1^{s+1} = \Delta_{s+1} q_{i+1}^{s+1} - \Delta_{s+1} q_i^{s+1}$$

$$= \Delta_{s+1} (q_i + r)^{s+1} - \Delta_{s+1} q_i^{s+1}$$

$$= \Delta_{s+1} [q_i^{s+1} + \binom{s+1}{1} q_i^s r + \dots + r^{s+1} - q_i^{s+1}]$$

$$= \Delta_{s+1} \left[\binom{s+1}{1} q_i^s r + \left[\binom{s+1}{2} q_i^{s-1} r^2 + \dots + r^{s+1} \right] \right]$$

$$= \binom{s+1}{1} r \Delta_{s+1} q_i^s + \binom{s+1}{2} r^2 \Delta_{s+1} q_i^{s-1} + \dots = 0$$

Esto último puesto que el teorema había sido aceptado para s y por consiguiente, hasta s . En la cadena de igualdades se ha tenido en cuenta que las constantes pueden sacarse fuera del signo u operador Δk .

El teorema queda entonces demostrado puesto que su validez se había hecho presente para $s = 2$, después para $s = 3$.

Corolario.—Es interesante subrayar que para la sucesión de potencias de los números naturales, a saber,

$$1^s, 2^s, 3^s, 4^s, \dots, p^s, \dots$$

caso en el cual $r = 1$, el teorema general suministra la importante relación,

$$\Delta_{s+1} p^s = 0$$

la que en palabras se puede enunciar diciendo que la sucesión de orden $s + 1$ de la sucesión constituida por las potencias s de los números naturales, es cero (o mejor, es la *sucesión nula*, $0, 0, 0, \dots$). Esta relación implica el que las sucesiones de orden más alto que $s + 1$ también son nulas, ya que son Diferencias de la sucesión nula. En símbolos, la relación

$$\Delta_{s+1} p^s = 0, \text{ implica } \Delta_{s+1+k} p^s = 0 \text{ para todo } k \text{ entero positivo.}$$

4.—*Expresión de la sucesión de los términos μ_k de la sucesión original o primitiva, por medio de las Diferencias Δ_1 .*

De acuerdo con la definición de Diferencias Finitas, tenemos,

$$\mu_2 - \mu_1 = \Delta_1 \mu_1 \text{ de donde, } \mu_2 = \mu_1 + \Delta_1 \mu_1 = (1 + \Delta_1) \mu_1 = (1 + \Delta)^{(1)} \mu_1$$

$$\mu_{k+1} - \mu_k = \Delta_1 \mu_k \text{ de donde } \mu_{k+1} = \mu_k + \Delta_1 \mu_k = (1 + \Delta_1) \mu_k = (1 + \Delta)^{(1)} \mu_k$$

Podemos, por consiguiente, escribir,

$$\mu_k = (1 + \Delta)^{(1)} \mu_{k-1}, \dots, \mu_3 = (1 + \Delta)^{(1)} \mu_2, \mu_2 = (1 + \Delta)^{(1)} \mu_1$$

Multiplicando entre sí las relaciones anteriores y suprimiendo factores comunes, resulta,

$$(4-1) \quad \mu_{k+1} = (1 + \Delta)^{(k)} \mu_1$$

que, para el término de rango k se modifica así,

$$(4-2) \quad \mu_k = (1 + \Delta)^{(k-1)} \mu_1$$

Si consideramos que μ_1 es el primer término de la Sucesión, la fórmula (4-2) conduce, finalmente, a

$$(4-3) \quad \mu_{k+1-1} = (1 + \Delta)^{k-1} \mu_1$$

Es interesante observar que la (4-3) puede obtenerse de la (4-2) multiplicando los dos miembros de esta última por μ_1 a derecha y sometiendo los índices a la misma ley que el álgebra ordinaria aplica a los exponentes.

5.—*Sumación de los términos de una Sucesión.*

Con el propósito de calcular la suma $\sum_{k=1}^n \mu_k$, procederemos como sigue,

$$\sum_{k=1}^n \mu_k = \sum_{k=1}^n (1 + \Delta)^{(k-1)} \mu_1 =$$

$$\left[\sum_{k=1}^n (1 + \Delta)^{(k-1)} \right] \mu_1 = \left[\frac{(1 + \Delta)^{(n)} - 1}{(1 + \Delta)^{(1)} - 1} \right] \mu_1 = \left[\frac{(1 + \Delta)^{(n)} - 1}{\Delta_1} \right] \mu_1$$

Puesto que se trata de la suma de términos de una progresión geométrica cuya razón es

$$(1 + \Delta)^{(1)} = (1 + \Delta_1)$$

El primer término de dicha progresión resulta ser,

$$(1 + \Delta)^{(0)} = 1$$

El anterior resultado puede escribirse,

$$(5-1) \quad \sum_{k=1}^n \mu_k = \left[\frac{(1 + \Delta)^{(n)} - 1}{\Delta} \right] \mu_1$$

Efectuando las operaciones indicadas a la derecha del signo =, se tiene,

$$\sum_{k=1}^n \mu_k = \frac{\binom{n}{1} \Delta_1 \mu_1 + \binom{n}{2} \Delta_2 \mu_1 + \binom{n}{3} \Delta_3 \mu_1 + \dots + \binom{n}{n} \Delta_n \mu_1}{\Delta_1}$$

de donde,

$$(5-2) \quad \sum_{k=1}^n \mu_k = \binom{n}{1} \mu_1 + \binom{n}{2} \Delta_1 \mu_1 + \binom{n}{3} \Delta_2 \mu_1 + \binom{n}{4} \Delta_3 \mu_1 + \dots$$

en la cual hemos dividido por Δ_1 según las reglas relativas a exponentes.

6.—Cálculo numérico de polinomios.

Pasamos a aplicar la teoría anterior, al caso de una función racional entera de la variable x (polinomio en x). Suponemos en lo que sigue que tanto los coeficientes como la variable x pertenecen al cuerpo de los números reales. Sea, pues, la función racional entera,

$$(6-1) \quad f(x) = \alpha_0 x^s + \alpha_1 x^{s-1} + \alpha_2 x^{s-2} + \dots + \alpha_{s-1} x + \alpha_s = \sum_{v=0}^s \alpha_v x^{s-v}$$

Supongamos que a la variable x se le asignan valores en progresión aritmética,

$$x, x + h, x + 2h, x + 3h, \dots, x + (p-1)h, \dots$$

los valores correspondientes de la función $f(x)$, serán indicados respectivamente así:

$$f_0(x), f_1(x), f_2(x), \dots, f_{p-1}(x), \dots$$

o de manera aún más suscita, por

$$f_0, f_1, f_2, \dots, f_{p-1}, \dots$$

Vamos ahora a demostrar que, bajo las condiciones apuntadas, es válida la siguiente relación

$$(6-2) \quad \Delta_{s+1} f_i(s) = 0$$

que puede ser considerada como la ecuación en diferencias finitas de la función entera racional (polinomio) de grado s .

Demostración.—Teniendo en cuenta que el operador Δ posee la propiedad distributiva, podemos escribir,

$$(6-3) \quad \begin{aligned} \Delta_{s+1} f_i(x) &= \Delta_{s+1} \alpha_0 x_i^s \\ &+ \Delta_{s+1} \alpha_1 x_i^{s-1} + \dots \\ &+ \Delta_{s+1} \alpha_{s-1} x_i + \Delta_{s+1} \alpha_s \end{aligned}$$

Ahora bien, las constantes α_v pueden ser escritas fuera del operador Δ en calidad de coeficientes, así:

$$(6-4) \quad \begin{aligned} \Delta_{s+1} f_i(x) &= \alpha_0 \Delta_{s+1} x_i^s \\ &+ \alpha_1 \Delta_{s+1} x_i^{s-1} + \dots \\ &+ \alpha_{s-1} \Delta_{s+1} x_i + \alpha_s \Delta_{s+1} (1) \end{aligned}$$

Como según el teorema fundamental demostrado en el aparte 3, valen las relaciones,

$$\Delta_{s+1} x_i^s = \Delta_{s+1} x_i^{s-1} = \dots = 0$$

todos los términos del segundo miembro de la (6-4) resultan nulos. En consecuencia,

$$\Delta_{s+1} f_i(x) = 0 \quad \text{o también,} \quad \Delta_{p+1} f_i(x) = 0$$

Teniendo en cuenta que, según la (4-2), se tiene

$$\Delta_{p+1} \mu_i = (\mu - 1)^{(p+1)} \mu_i$$

si cambiamos en ésta μ por f y μ_i por f_i llegamos, finalmente, a la fórmula,

$$(6-5) \quad \Delta_{p+1} f_i = (f - 1)^{(p+1)} f_i$$

que puede ser escrita en forma más explícita, como sigue,

$$(6-6) \quad f_{p+1+i} = \binom{p+1}{1} f_{p+i} - \binom{p+1}{2} f_{p+i-1} + \dots$$

la cual para $i=0$, da,

$$(6-7) \quad \begin{aligned} f_{p+1} &= \binom{p+1}{1} f_p - \binom{p+1}{2} f_{p-1} + \\ &\binom{p+1}{3} f_{p-2} - \dots + (-1)^p f_0 \end{aligned}$$

La (6-7) puede expresarse también como producto escalar o matricial, a saber, de la matriz línea

$$\left[\binom{p+1}{1} - \binom{p+1}{2} + \binom{p+1}{3} - \dots + (-1)^p \binom{p+1}{p+1} \right]$$

por la matriz columna,

$$\begin{pmatrix} f_p \\ f_{p-1} \\ f_{p-2} \\ \vdots \\ f_0 \end{pmatrix}$$

Dicho producto se escribe en forma sintética como sigue,

$$(6-8) \quad f_{p+1} = \left[(-1)^{v-1} \binom{p+1}{v} \right] \cdot \left[f_{p+1-v} \right]$$

en la cual v ha de recibir los valores 1, 2, 3, 4, ..., p , $p+1$.

El resultado anterior, contenido en la fórmula (6—8) simplifica y “automatiza” considerablemente el cálculo de polinomios. El autor del presente estudio ya lo había hallado siguiendo un procedimiento completamente diferente. Se encuentra en el folleto que tiene por título, “Deducción de una fórmula para interpolación y sus aplicaciones al álgebra”, publicada en Medellín, Colombia, 1951.

Veamos algunas aplicaciones numéricas de la fórmula (6—8). Para un polinomio de tercer grado, la fórmula explícita (6—7), da,

$$(6-9) \quad f_4 = 4f_3 - 6f_2 + 4f_1 - f_0$$

Los coeficientes del desarrollo binómico llevan signos alternados. Sea, por ejemplo,

$$f(x) = x^3 - 16x^2 + 55x - 24$$

Por cómputo directo se tiene,

$$f(0) = -24; f(1) = 16; f(2) = 30; f(3) = 24$$

valores que, llevados a la (6—9) dan,

$$f(4) = -f(0) + 4f(1) - 6f(2) + 4f(3) = 4$$

En esta forma el cómputo se puede continuar indefinidamente.

En seguida presentaremos un ejemplo más amplio y mayores detalles concernientes al cómputo de polinomios. (Para abreviar, hablaremos siempre de polinomios en lugar de funciones algebraicas racional enteras.)

Sea el polinomio de sexto grado y de coeficientes enteros,

$$f(x) = x^6 - 5x^5 + 8x^4 - 12x^3 - 6x^2 + 9x - 7$$

Los siete valores de partida, obtenidos por cómputo directo, son,

$$f(-1) = 4; f(0) = -7; f(1) = -12; \\ f(2) = -77; \text{ etc.}$$

Estos valores aparecen en la tercera columna del modelo de cálculos indicado como Cuadro I. En la primera columna hacemos constar los coeficientes binómicos $\binom{7}{v}$ provistos con signos alternados. La labor de cálculo consiste en efectuar el producto matricial (escalar) de los coeficientes binómicos por siete valores consecutivos de $f(x)$.

CUADRO I

1	$f(-1) = 4$	4	4	-7	-12	-77	-196
-7	$f(0) = -7$	49	84	539	1 372	-1 323	
21	$f(1) = -12$	-252	-1617	-4 116	3 969	71 148	
-35	$f(2) = -77$	2695	6860	-6 615	118 580	-538 405	
35	$f(3) = -196$	-6860	6615	118 580	538 405	1 696 380	
-21	$f(4) = 189$	-3969	-71148	-323 043	-1 017 828	-2 616 789	
7	$f(5) = 3388$	23716	107681	339 276	872 263	1 956 668	
		15383	48468	124 609	279 524	567 483	
		$f(6)$	$f(7)$	$f(8)$	$f(9)$	$f(10)$	

Explicación del Cuadro I.—La primera horizontal está formada por los valores de $f(x)$ previamente calculados; la segunda horizontal está constituida con los productos de -7 por los mismos valores de $f(x)$ con excepción del primero; la tercera horizontal se forma con los productos de 21

por los valores previamente conocidos de $f(x)$, con excepción de los dos primeros, etc., etc.

A continuación presentamos el cómputo del mismo polinomio, para valores decimales de la variable independiente.

CUADRO II

1	$f(2,0)$	-77,000000	-77,000000	-88,546129	-100,912896	-113,952461
-7	$f(2,1)$	-88,546129	619,822903	706,390272	797,667227	892,187968
21	$f(2,2)$	-100,912896	-2119,170816	-2393,001681	-2676,563904	-2963,953125
-35	$f(2,3)$	-113,952461	3988,336135	4460,939840	4939,921875	5412,547840
35	$f(2,4)$	-127,455424	-4460,939840	-4939,921875	-5412,547840	-5862,782135'
-21	$f(2,5)$	-141,140625	2963,953125	3247,528704	3517,669281'	3762,513216
7	$f(2,6)$	-154,644224	-1082,509568	-1172,556427'	-1254,171072	-1322,561303
		-167,508061	-179,167296	-188,937329	-196,000000	
		$f(2,7)$	$f(2,8)$	$f(2,9)$	$f(3,0)$	

La construcción del cuadro anterior se facilita considerablemente al proceder en la siguiente forma: una vez obtenido un valor para $f(x)$ multiplíquese por los coeficientes binomiales en orden ascendente. Los productos se van colocando en los espacios a la derecha en la línea correspondiente al coeficiente binomial. Como éstos se repiten a excepción del último de ellos que es 1, el número de productos por efectuar, se reducirá a la mitad.

Para aclarar esta explicación se ha provisto con un índice a los productos de $f(2,7)$ por 7, -21, etc.

Observación.—El cálculo de los valores de $f(x)$, según el procedimiento explicado, debe ser realizado con toda exactitud. Al abandonar cifras decimales se produce una divergencia apreciable entre los valores obtenidos y los verdaderos, como puede verse por el ejemplo siguiente:

CUADRO III

1	—77,0000	—77,0000	—88,5461	—100,9129	—113,9525
—7	—88,5461	619,8227	706,3903	797,6675	892,1878
21	—100,9129	—2119,1709	—2393,0025	—2676,5634	—2963,9526
—35	—113,9525	3988,3375	4460,9390	4939,9210	5412,5470
35	—127,4554	—4460,9390	—4939,9210	—5412,5470	—5862,7275
—21	—141,1406	2963,9526	3247,5282	3517,6365	3762,3096
7	—154,6442	—1082,5094	—1172,5455	—1254,1032	—1322,3105
		—167,5065	—179,1576	—188,9015	—195,8987

que es el mismo cómputo realizado antes, con los valores de la función a cuadro decimales exactos. Al comparar los resultados de este último cálculo

con los obtenidos antes, se aprecia un “desajuste” sistemático.

LAS HELADAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ

A. M. BARRIGA VILLALBA

I. Ocurrencia de las HELADAS.

- a) Heladas que ocurren periódicamente en dos épocas del año: Junio, Julio y Agosto. Diciembre, Enero y Febrero.
- b) Heladas irregulares, que se presentan en cualquier época del año, si las condiciones locales son favorables.

II. Descripción de una helada.

III. Ensayo de una teoría sobre el meteoro.

IV. Condiciones atmosféricas para su producción.

- a) Presión atmosférica.
- b) Nubosidad.
- c) Irradiación solar.
- d) Velocidad del viento.
- e) Temperatura.
- f) Estado higrométrico.

V. Previsión de las heladas.

VI. Acción y efecto de las heladas en las plantas.

OCURRENCIA DE LAS HELADAS

Las heladas se presentan durante el año, en dos épocas bien definidas, si las condiciones locales son favorables. En Junio, Julio y Agosto, y en Diciembre, Enero y Febrero. Por regla general, las más intensas y repetidas, ocurren en estos periodos. Fuera de estos meses, pueden sobrevenir, excepcionalmente, en otros del año, y por lo común, éstas no son intensas ni frecuentes.

La helada más fuerte que se ha registrado en muchos años, fue la ocurrida en Enero de 1936, precisamente en uno de los veranos más intensos que han azotado al país. El entonces Director del Observatorio Astronómico Nacional, doctor Jorge Alvarez Lleras, lo equiparó al terrible de 1902, que fue de resultados catastróficos para el país.

Sobrevino la helada en la madrugada del día 4. Hubo un descenso en la temperatura de -8° C. y al día siguiente, se repitió violentamente, con descenso hasta de -10° C., y continuó en los días siguientes, con menor intensidad. La capa de hielo alcanzó a 8 mm. de espesor. En aquella ocasión se quemaron los jardines de Bogotá.

(Véase gráfica número 2).

El día 8 del mismo Enero, cayó en Bogotá y en la sabana un aguacero torrencial, y continuó un pequeño invierno de unos pocos días, y después, se acentuó bárbaramente el verano.

En Bogotá, no baja tanto la temperatura como en el campo, porque la población es una fuente de

calor. Se necesita que hiele muy fuertemente en los alrededores, para que hiele en la ciudad. Por regla general, siempre hay varios grados de diferencia en la temperatura.

Así, por ejemplo, desde el 23 de enero del año pasado, se sucedieron una serie de heladas fuertes y extensas en la sabana, y en Bogotá, el termógrafo no bajó de $+5^{\circ}$ C.

(Véase gráfica número 5).

El meteoro se localiza en una zona sobre el nivel del suelo, más o menos hasta la altura de la capa de niebla, que en ocasiones, no alcanza la copa de los árboles.

Valiéndonos de un globo-sonda cautivo, hicimos varios sondeos, y pudimos comprobar que la saturación, que es fundamental para la producción de la helada, decrece rápidamente, después de pocos metros de altura.

A manera de ilustración, vamos a leer los datos de una helada de poca intensidad, pero muy extensa, ocurrida el día 9 de enero de 1942, observada en Engativá.

HELADA DEL DÍA 9 DE ENERO DE 1942 EN ENGATIVA. "SANTA HELENA"

Hora	Temp. del aire	% de saturación	Temp. del suelo
4.00 a. m.	$+3^{\circ}.5$	96.25%	$11^{\circ}.0$
4.30 "	$+3^{\circ}.2$	96.25 "	$11^{\circ}.0$
5.10 "	$-0^{\circ}.5$	94.35 "	$10^{\circ}.5$
5.30 "	$-2^{\circ}.0$	89.00 "	$10^{\circ}.0$
6.00 "	$-1^{\circ}.0$	91.00 "	$10^{\circ}.0$
6.30 "	$-1^{\circ}.0$	91.00 "	$10^{\circ}.0$
7.00 "	$+1^{\circ}.0$	80.00 "	$10^{\circ}.0$

Algunas heladas fuera de época, que merecen mención, ocurrieron:

Mayo 17 de 1934.

Septiembre 29 de 1935.

Octubre 11 de 1935.

(Véase gráfica número 1).

Abril 26 y 29 de 1940.

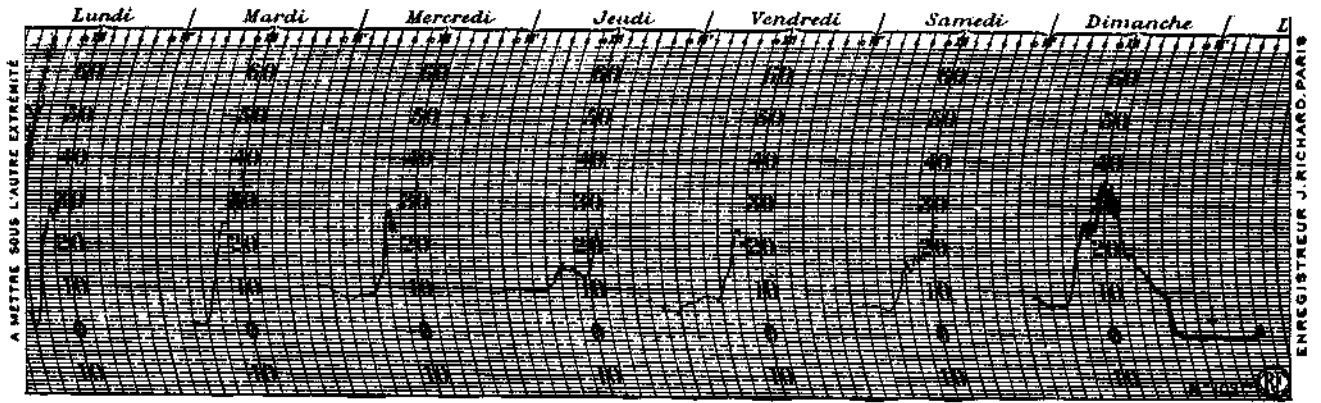
(Véase gráficas números 3 y 4).

Ha habido años en que no se produjeron heladas, ni siquiera las regulares, porque las condiciones meteorológicas no fueron favorables.

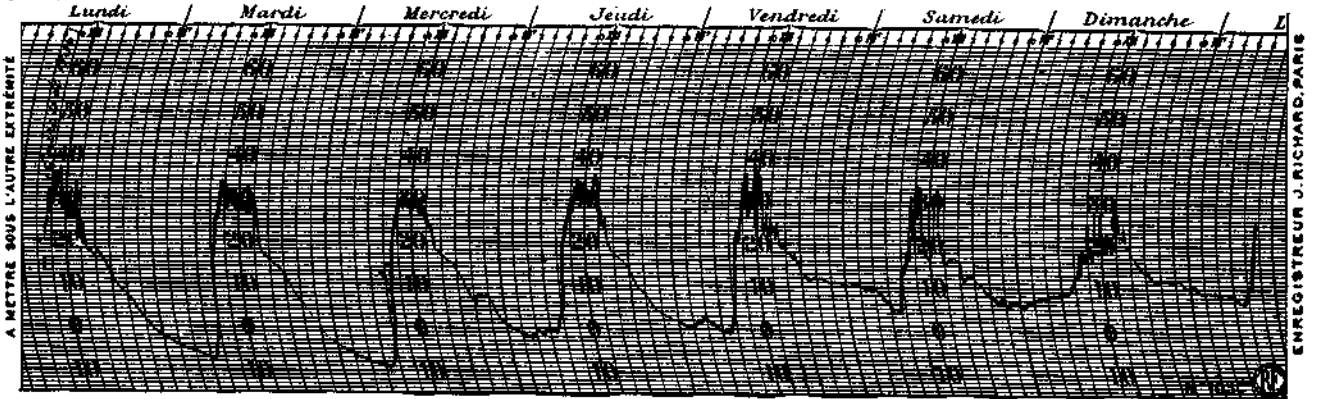
DESCRIPCION DE UNA HELADA

Las heladas se presentan siempre de la misma manera. Se diferencian en la intensidad, y ésta consiste, en el mayor o menor descenso de la temperatura ambiente por debajo de cero grados.

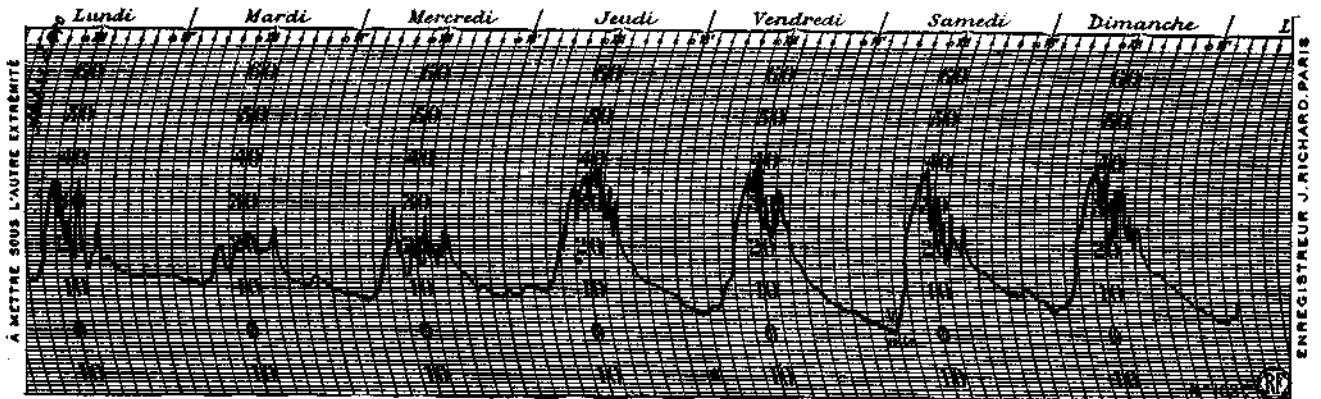
Graf. 1, Octubre 5 de 1935



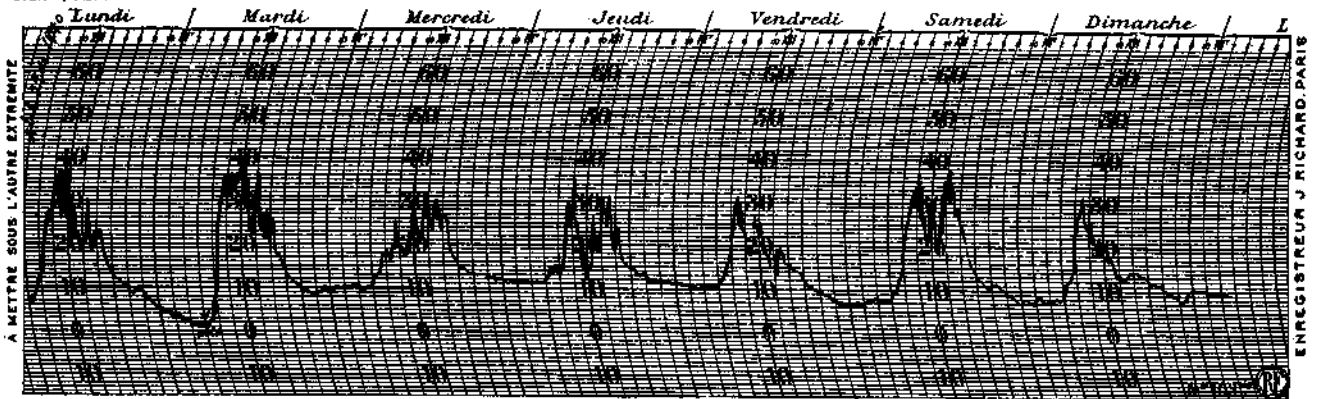
Graf. 2, Enero 4 de 1936



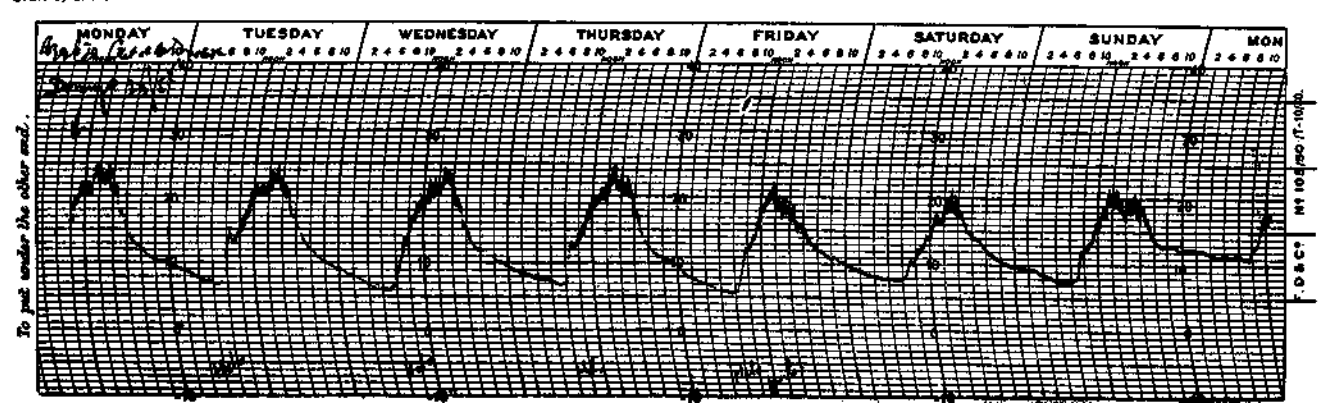
Graf. 3, Abril 22 de 1940



Graf. 4, Abril 29 de 1940



Graf. 5, Enero 23 de 1955



Hé aquí, la somera descripción de una de las que hemos presenciado:

Desde el medio día, todo parecía indicar que ocurriría una helada. Los instrumentos confirmaban las sospechas y como en otras ocasiones no nos habían dejado engañados, continuamos las observaciones con el Psicrómetro, cada cuarto de hora, y en las primeras de la noche, tuvimos casi la certeza, de que se produciría el fenómeno. A las tres y media de la mañana distribuimos en dos grupos los instrumentos. El uno lo dejamos en la huerta de la casa de la hacienda (1), donde había venido funcionando, y el otro, lo instalamos en el centro de un potrero, al pie de una cerca, distante del primero unos doscientos metros. Nuestros instrumentos consistían: Un Termógrafo, un Psicrógrafo, un Higrógrafo, un Termómetro de máxima y mínima, un Evaporímetro y Termómetros especiales para medir la temperatura del suelo.

Hacia bastante frío. Una niebla densa y espesa cubría el campo. No hacía viento. El cielo, por lo que se podía ver a trechos y al través de la niebla, estaba lleno de estrellas y una luna en cuarto menguante alumbraba desde el cenit, dando una brillantez especial al cielo.

La niebla se extendía por entre los árboles y matorrales formando un manto horizontal, por entre el cual asomaban las copas de los árboles. El silencio y la quietud reinaban profundamente en aquel rincón de la sabana.

Eran las cuatro y media de la madrugada, cuando el ayudante nos dio aviso de que estaba principiando a helar en el potrero. En la huerta, protegida por tapias y árboles pequeños, todavía no había principiado el meteoro. Pudimos comprobar cómo sobre las hojitas del pasto principiaban a formarse cristales, sensibles al tacto, que rápidamente endurecían las hojas. Nuestras ropas estaban humedecidas y el frío arreciaba. En la huerta, sobre las hojas, se formaban rápidas y abundantes gotas de rocío, que iban creciendo, y nos sorprendía, cómo se solidificaban con tal rapidez, que afectaban la forma sólida, o lágrimas heladas pendientes de hilos rígidos.

La niebla desapareció. El termómetro bajaba rápidamente y llegaba a -4° C., al mismo tiempo que el manto de rocío daba un bellissimo aspecto a hojas y tallos endurecidos. El frío caló hasta los huesos. El Higrógrafo marcaba el máximo de humedad y sobre las plantas, el agua tomaba las formas inmaculadas y geométricas de cristales que brillaban en la noche, a la luz de nuestras linternas, en un espectáculo maravilloso.

Eran las cinco y media de la mañana. Los gallos no cantaban ni se oían ladrar a los perros. Nuestras pisadas hacían un ruido especial sobre los cristales del pasto. Al amanecer, todo estaba helado. Hacia las seis de la mañana, todavía no apuntaba el sol sobre los cerros. El Termómetro comenzó a subir lentamente, y cuando el astro brillaba, hacia las

seis y media, el Termómetro, seco todavía, indicaba un grado bajo cero. Sólo hacia las siete principió a subir de una manera continua.

Desde que se inició la helada, el aire fue perdiendo la saturación, volviendo los termómetros del Psicrómetro a conservar la diferencia, y, hacia las nueve de la mañana, la diferencia era de dos y medio grados. El sol brillaba con esplendor. Por los campos se extendía el aroma característico, muy conocido de los campesinos, en las épocas de heladas, olor de hojas tostadas, que indicaba la pérdida irreparable de la sementera.

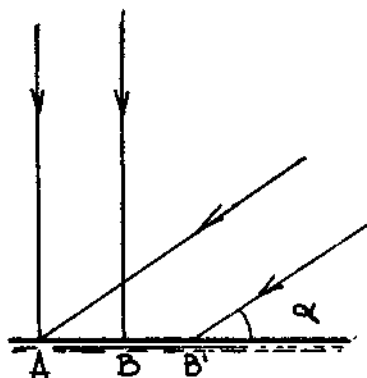
VAMOS A ENSAYAR UNA TEORIA SOBRE LAS HELADAS

Las cantidades metereológicas, como lo dijo don Julio Garavito, dependen de la temperatura, y ésta, en un instante dado, depende de la distancia cenital del sol, es decir de su ángulo horario y de su declinación.

La constante solar, o sea la cantidad de calor que el sol envía, por minuto, sobre una superficie normal, de un centímetro cuadrado, puesta en el límite superior de la atmósfera, imposible de valorar directamente, ha sido calculada en la cifra 1,94 o sea, que en un minuto, el sol envía a nuestra atmósfera, por centímetro cuadrado, la cantidad de calor suficiente, para elevar la temperatura de un gramo de agua de 0° a $1^{\circ},94$.

Como ya lo hemos dicho, las heladas en la Sabana de Bogotá, ocurren periódicamente, siguiendo el ritmo del movimiento de nuestro planeta alrededor del sol, y se presentan en las épocas de los mínimos de irradiación.

En efecto, según Bouguer, la absorción que ejerce un medio sobre los rayos que lo atraviesan, aumenta en proporción geométrica, en tanto que el espesor de las capas, no aumenta sino en progresión aritmética. Por otra parte, según la ley de Lambert, la cantidad de calor que recibe la superficie de incidencia, depende de la inclinación u oblicuidad de los rayos.



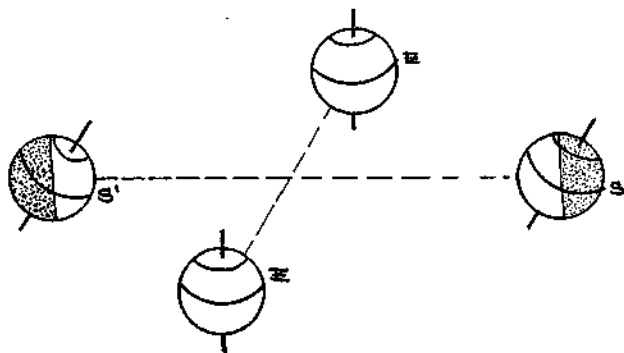
Si consideramos un pincel luminoso, que incide normalmente sobre una superficie, la iluminación será máxima. Si lo consideramos que incida con un ángulo α , la superficie iluminada será $AB B'$, doble de la primera, pero la intensidad se habrá reducido a la mitad.

Lo que decimos de la luz, es aplicable a los rayos caloríficos en que se transforma la onda luminosa en la absorción, al chocar los fotones con el núcleo de los átomos de los cuerpos absorbentes.

Resumiendo las leyes de Bouguer y de Lambert, en una sola expresión, podemos decir que la cantidad de calor que nos llega del sol, depende: de la Constante solar (A), es proporcional a la Superficie (S), depende de la transparencia de las capas de aire (p), de la masa de las moléculas de la atmósfera (m), y de la inclinación de los rayos solares, que se mide por el seno del ángulo que forman con la superficie terrestre:

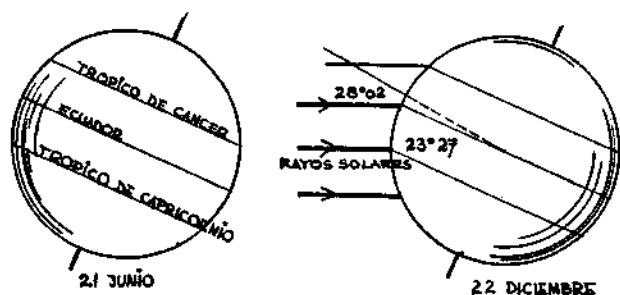
$$Q = A S p^m \text{sen } \alpha$$

La tierra gira alrededor del sol, y a su vez gira sobre sí misma. En el giro anual a lo largo de su órbita, se inclina sobre el eje del mundo, el 22 de Diciembre $-23^{\circ},27$ y el 21 de Junio $+23^{\circ},27$. El 21 de Marzo y el 21 de Septiembre la inclinación es nula.



En estas últimas posiciones (E y E') los rayos solares caen normalmente sobre el Ecuador y la insolación es máxima. Estos son los equinoccios.

En los solsticios (22 de Diciembre y 21 de Junio), la Sabana de Bogotá recibe los rayos solares con una inclinación de $23^{\circ},27$ correspondiente al ángulo que forma la eclíptica con el Ecuador, más el valor de la latitud de la ciudad que es $4^{\circ},45$ o sea en total $28^{\circ},02$.



En Diciembre, hacia el hemisferio boreal, y en Junio hacia el austral.

Estas posiciones hacen que la cantidad de calor recibida en la Sabana, en esas épocas, sea menor que la recibida en cualquier otro tiempo.

La tierra irradia calor hacia los espacios celestes de una manera continua, máximo en las noches despejadas. En Diciembre y en Junio el desequilibrio térmico es mayor porque recibe menos del sol.

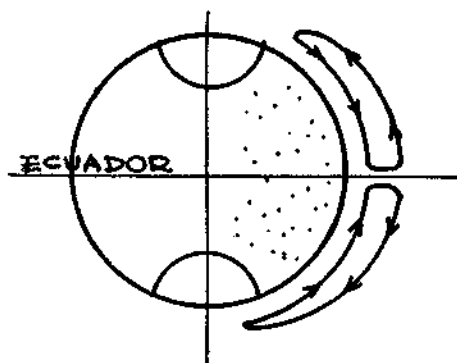
Las heladas no corresponden exactamente a las fechas de los Solsticios debido muy probablemente a la inercia de la atmósfera, que como ocurre en las mareas atmosféricas, sufre un retardo considerable. Así, por ejemplo, los máximos y mínimos de la presión atmosférica, correspondientes a las horas trópicas, no se verifican sino hasta las diez de la mañana y de la noche. Las heladas ocurren con más frecuencia hacia Enero y Julio, debiendo ser en Junio y en Diciembre.

Además, estamos situados en la gran chimenea del trópico, en la zona de calmas, donde los vientos alisios regulan nuestro invierno y verano, que no son otra cosa, sino tiempos de lluvias más o menos regulares, y épocas secas, en los meses de Marzo, Abril y Mayo; Septiembre, Octubre y Noviembre, precisamente antes de las épocas frías de los Solsticios, contribuyen con su saturación a hacer las condiciones favorables para las heladas.

CONDICIONES ATMOSFERICAS PARA LA PRODUCCION DE LAS HELADAS

Como causa determinante del meteoro, es indudable, la oblicuidad de los rayos solares en la época de los Solsticios. En cuanto a las magnitudes que podrían intervenir, hubimos de estudiar:

- Presión atmosférica.
- Nubosidad.
- Irradiación solar.
- Velocidad del viento.
- Temperatura.
- Estado higrométrico.



a) Presión atmosférica

Por estar situado este altiplano de los Andes en plena zona tórrida, las oscilaciones del barómetro son insignificantes, y no sirven para la predicción del tiempo. Lejos de las zonas ciclónicas, en pleno trópico, la columna de mercurio del barómetro, hacia las 10 de la mañana, indica 561 milímetros de altura, o sea el primer máximo, baja a 559 hacia las cuatro de la tarde, primer mínimo, para subir nuevamente, hacia las diez de la noche, a 561 milímetros y bajar a 559 milímetros a las cuatro de la madrugada, y algunas veces amplía la oscilación hasta tres milímetros, pero nunca sube o baja varios centímetros, como ocurre en las zonas templadas, en donde sí es posible conocer y predecir, con este instrumento, los cambios meteorológicos.

Aquí en Bogotá, los barógrafos escriben una sinusoides de muy poca amplitud, que nada dice, aun en las épocas de grandes cambios atmosféricos. En varias heladas fuertes, observámos cuidadosamente el barómetro de mercurio, de cinco en cinco minutos, sin haber podido poner de manifiesto cambio apreciable, en ningún instante del fenómeno.

b) *Nubosidad*

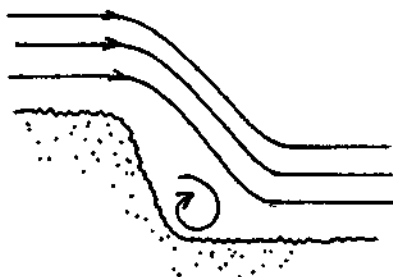
No puede decirse que la forma o clase de nubes tenga influencia especial. Suelen presentarse altos estratus y nimbus pequeños, pero en general, los días son muy despejados. En algunas ocasiones sobrevienen heladas después de algunas lluvias, y en las noches de las heladas, en las primeras horas, se observa en el cielo un brillo especial de la vía láctea, que los campesinos llaman *camino de hielo*.

c) *Irradiación solar*

Durante algún período hicimos observaciones con el Heliómetro, pero no puede deducirse nada especial, porque la irradiación sigue exactamente la declinación del sol, modificándose según las condiciones del lugar que, desde luego, en época de heladas, el día es despejado y la irradiación máxima.

d) *Velocidad del viento*

Tampoco tiene importancia para el conocimiento de las heladas, la velocidad y dirección del viento. En la época propicia, el viento es nulo o muy débil, y es condición fundamental para que se produzca, que el día anterior y en la noche la calma sea casi completa.



Hay sitios donde no hiela nunca, y con frecuencia se presenta el caso que no caen, al menos con la misma intensidad, en el mismo sitio, o abarcan zonas variables. En la zona occidental de Cajicá hiela muy poco. Posiblemente se deba a que existen corrientes de aire descendentes desde los cerros, porque toda masa de aire, al descender, se calienta y produce torbellinos, condiciones éstas que impiden que el aire se sature.

e) *Temperatura*

Factor importantísimo es la temperatura, en la época de las heladas. Para que se produzcan, es condición indispensable que la temperatura del ambiente descienda hasta cero grados. Si no bajara de este punto, muy posiblemente su efecto sobre las plantas no sería destructor, porque a esta temperatura el jugo protoplasmático no sufre alteración química, como adelante lo veremos. Un décimo, por debajo de cero grados, es ya suficiente para que

ciertas plantas de tierra fría perezcan. Normalmente, el mayor descenso de la temperatura ambiente, ocurre en las épocas en que se producen las heladas.

El siguiente cuadro muestra los cambios en la temperatura ambiente, en el centro de la sabana de Bogotá, en el corredor exterior de una casa, y en campo abierto, en un período de diez años y en las distintas condiciones que ocurren:

	TEMPERATURA	
	Máxima	Mínima
En tiempo normal	20°,9 C.	0°,1 C.
En la casa: En plena lluvia...	15°,9 C.	7°,2 C.
En tempestad....	13°,7 C.	11°,0 C.
En pleno campo.....	42°,0 C.	-9°,5 C.

f) *Estado higrométrico*

En la Sabana de Bogotá, la humedad de la atmósfera, aun en épocas de verano, es bastante elevada.

El valor medio en tiempo no lluvioso es de 71,5% de humedad relativa. El punto de rocío 12°,63 C. y la presión del vapor de agua es de 14,58 milibares.

En los días en que ocurren las heladas, las indicaciones del higrómetro son importantísimas, porque es condición esencial para su formación, que el aire se encuentre próximo a su punto de saturación, y el punto de rocío muy cercano de la temperatura ambiente. Temperatura y estado higrométrico del aire, son los valores que se necesitan para conocer la ocurrencia del fenómeno. La presión atmosférica, la velocidad y dirección del viento, la irradiación solar, la forma, clase y cantidad de nubes, son valores secundarios.

PREVISION DE LAS HELADAS

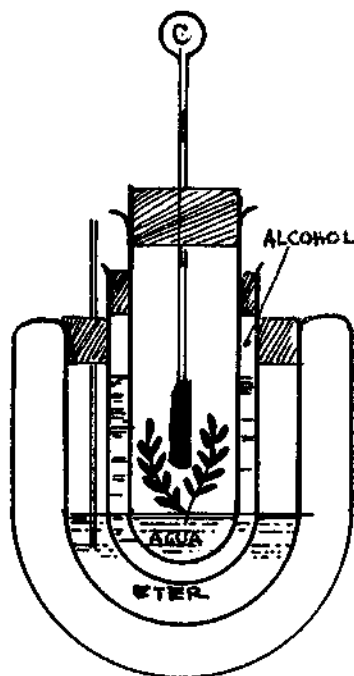
Estamos en pleno solsticio de invierno; la oblicuidad de los rayos del sol, llega el 22 de Diciembre al máximo. El calor que del sol recibe la sabana, por unidad de superficie, está reducido casi a la mitad, favorable condición para que se enfríe más, en estas noches despejadas. Iguales circunstancias ocurren a mediados de año en el solsticio de verano. Así, pues, una primera condición para la helada, es la época: Diciembre, Enero y Febrero y Junio, Julio y Agosto.

Si el día transcurre muy despejado, viento nulo o casi nulo, y estas circunstancias se prolongan en la noche, y el termómetro seco, después de medio día desciende de una manera continua, y en las primeras horas de la noche, acentúa la caída, y el termómetro húmedo le sigue de cerca, cada vez aproximando sus indicaciones a las del seco, lo cual quiere decir que el aire permanece muy cerca de su punto de saturación, seguramente la helada ocurre al amanecer. Generalmente sobreviene entre 4½ y 5½. A veces hacia las seis de la mañana, después de la helada principal, vuelve a caer otra secundaria.

En la época de los Solsticios, especialmente en el de invierno, es muy frecuente que la helada se repita, hasta en ocho días seguidos, con variable intensidad. Por regla general, los efectos destructores del meteoro, se pueden apreciar en el descenso de la temperatura por debajo de cero grados. No todas las plantas se *huelan* a la misma temperatura; unas resisten mucho más que otras. Los pastos son más resistentes, las hortalizas, delicadísimas.

ACCION Y EFECTO DE LAS HELADAS EN LAS PLANTAS

El examen microscópico de la planta helada naturalmente y en el Laboratorio, revelan que la célula no se congela, sino el agua de los espacios intercelulares. Se puede reproducir el fenómeno en Laboratorio, sobre hojas yemas o partes de la planta fresca, en un recipiente donde se mantiene el aire saturado de vapor de agua, y, haciendo que la temperatura baje hasta el punto deseado, no para congelar la planta, sino para que se produzca, primero la condensación del vapor de agua sobre la planta, y después se hiele, porque congelación y helada son fenómenos distintos.



Es muy difícil comprobar directamente los fenómenos que se suceden en la célula helada, así como medirlos. Pero sí se les puede dar una interpretación, con medidas indirectas.

Sobre el jugo puro de la planta fresca, de la parte deseada, como hojas, tallos, yemas, etc., se determina el descenso en el punto de congelación con relación al agua pura. Este descenso, necesariamente tiene que ser proporcional a la magnitud molecular, o sea al número de moléculas disueltas

del protoplasma, según las leyes de la crioscopia. Podemos usar para esto el mismo aparato que hemos descrito, pero con un termómetro metastásico, y en lugar de agua y la planta, solamente el jugo inmediatamente después de preparado en molinos de vidrio para evitar la acción de las diastasas.

La cifra así medida, nos dará la temperatura a la cual la planta se hiele. El siguiente cuadro, en que se indican los valores encontrados, para los jugos de algunas plantas, nos muestra que no todas se hielan a la misma temperatura, lo cual muestra que igual cosa debe suceder en la planta viva, como efectivamente lo demuestra la experiencia, porque es fenómeno observado que las legumbres no resisten las heladas más suaves, y en cambio las gramíneas son más resistentes.

PUNTO CRIOSCOPICO DE ALGUNOS VEGETALES

	Contenido en agua en la planta	Punto crioscópico
Lechuga	96,00%	— 0°,295 C.
Repollo	94,32 "	— 0°,595 C.
Calabaza	94,40 "	— 0°,600 C.
Papa (planta)..	87,95 "	— 0°,625 C.
Mazorca	67,23 "	— 0°,635 C.
Pasto	82,51 "	— 1°,195 C.

En resumen, las plantas se hielan tanto más fácilmente, cuanto mayor sea la riqueza en agua.

Si se practica la medida, exactamente a la temperatura del punto crioscópico del jugo celular, se observa que el líquido se clarifica por precipitación de las albúminas.

Este fenómeno parece que nos da la explicación de lo que sucede al nivel de la célula. Se sabe que en la formación del hielo, un alto potencial eléctrico, se desarrolla entre la fase hielo y la fase agua. Los cristales de hielo llevan carga positiva. En el interior de la célula, se forman continuamente en el momento de la helada, pequeños cristales de hielo que flotan en el líquido, y como las materias albuminoideas están formadas por micelios cargados negativamente, la neutralización de la carga, ocasiona la precipitación o floculación del coloide, y las albúminas al precipitarse cambian su naturaleza química y la célula muere.

Por esta razón el aspecto de las hojas heladas es distinto del de las secas naturalmente. En las primeras, las venas, nervaduras y pecíolos, se enjutan, en las últimas, conservan más o menos su forma. Inmediatamente pasa la helada, las hojas se marchitan, después se ennegrecen, y por la deshidratación que el fenómeno ocasiona, pasa al ambiente el olor característico del jugo celular.

LA ELECTRICIDAD ATMOSFERICA Y LOS RAYOS COSMICOS

DARIO ROZO M.

El capítulo IV de la obra de Eliseo Reclus escrita bajo el título de "La Atmósfera", tiene una parte en donde al hablar de las borrascas dice: "Entonces se ve en el cielo, lleno de nubarrones, el grandioso espectáculo de esas chispas deslumbradoras que se extienden en ráfagas de fuego o brotan como tortuosos dardos. Durante un instante, formidable claridad llena los cielos, y en seguida vuelve a cubrirse de tinieblas el espacio y se oye retumbar en la oscuridad la inmensa voz del trueno que en sordos ecos repercute por las nubes y la tierra. En las tempestades violentas, las deflagraciones se suceden a veces con tanta profusión, que los relámpagos inflaman continuamente una u otra parte del horizonte y resuenan a un tiempo en diversos puntos del cielo los estridentes estallidos y los prolongados tableteos del trueno. Al mismo tiempo el agua de las nubes rotas y desgarradas cae con violencia." ... "Cada meteoro difiere en la manera de producirse: algunos son simples fenómenos pasajeros; otros son trombas eléctricas en medio de verdaderos ciclones. En esas terribles tormentas se han visto rayos de 10 y aun de 15 kilómetros de longitud."

Un misionero que viajaba por las selvas amazónicas, el P. Tapie, escribió lo siguiente: era noche cerrada y "durante aquel tiempo no dejaron de oírse los rugidos del trueno, sordos y prolongados a veces, otras, como brusco e impetuoso estampido que atemorizaba a los más valientes. Sucediáanse los relámpagos, rasgando las tinieblas de la noche con inmensas lenguas de fuego. A su fulgor siniestro vimos inclinarse toda la selva, como si estuviera constituida por una sola masa. Diríase que los árboles, conscientes del peligro, se acercaban unos a otros, se unían mezclando sus ramas para formar un todo, e inclinaban sus altas copas como para no atraer sobre sí el rayo. Empero, en los momentos cuando quedaba siniestramente iluminada la selva, se veían caer gigantescos árboles fulminados por la centella; entonces veloces sombras se escapaban y pasaban a nuestro lado en vertiginoso desfile: ¿serían ciervos, pecaris, "guaras" o jaguares fugitivos? Imposible discernirlo." Todos los viajeros, sin dejar sus vestidos, entraron al agua para sujetar la barca que había sido amarrada a la orilla y que contenía los víveres, las armas y los proyectiles; y en esa brega transcurrieron varias horas de angustia, con el continuo temor de que las amarras reventaran y las planchas del batelón se disgregaran bajo la presión del viento y de las olas. "Finalmente una claridad más intensa iluminó el horizonte: no era

un relámpago, ciento tampoco hubieran producido tal efecto luminoso: era como una inmensa capa de fuego que fulgurara en el firmamento y que descendía a torrentes sobre la tierra, mientras sobre nuestras cabezas —dice— rugía la tronamenta pavorosamente, haciendo temblar el suelo bajo nuestros pies. Luégo todo volvió a quedar tranquilo. La tempestad acabó sin transición, tan súbitamente como se había presentado: cedió el viento, apaciguáronse los embates de las olas y brillaron las estrellas en el firmamento como si nada hubiera sucedido."

Fenómenos como los descritos fueron conocidos por todas las generaciones de hombres que se han sucedido sobre la tierra; las más antiguas sólo vieron en ellos la manifestación de los poderes divinos adversos a los hombres; los griegos no sospecharon que la causa que daba al ámbar el poder de atraer las briznas y plumejas, era la misma que producía los rayos; por analogías se quiso conocer la esencia de ellos: se pensó que podía ser algo semejante a la chispa que salta del pedernal y cuando se conocieron las mezclas que producen la pólvora, se supuso que ciertos gases se acumulaban en determinadas regiones del espacio y en determinadas condiciones producían explosión. Pero lo que condujo al conocimiento más acertado fue la experimentación en los gabinetes de física cuando se pudo producir electricidad estática en cantidad suficiente para que pudiera saltar la chispa eléctrica.

La idea de que el rayo era una chispa eléctrica fue esbozada por Wall en el año de 1708, por Hawksbee en 1709 y después, en 1735, habían tratado de este asunto Desaguliers, Duhamiel-Dumonceau y Gray; también Nollet y en 1743, y Winkler en 1746, quienes, cada vez con mayor claridad, señalaban la semejanza entre los fenómenos eléctricos de laboratorio y los atmosféricos.

En 1750 la Academia de Burdeos abrió un concurso sobre el estudio del trueno y del relámpago; obtuvo el premio Barberet, médico de Dijon; poco después el magistrado De Romas presentó a la misma Academia, de la cual fue miembro, una memoria sobre la naturaleza eléctrica del rayo; al mismo tiempo Benjamín Franklin escribía su quinta carta a Collinson, en la que establecía la naturaleza eléctrica del rayo e ideaba el procedimiento experimental para comprobarlo.

Signe a continuación el período de experimentaciones para comprobar tales ideas. Las cartas de Franklin fueron leídas en la Sociedad Real de Londres y publicadas en 1751, pero en Inglaterra no se

le dio importancia al experimento ideado por Franklin; no pasó lo mismo en Francia en donde Dalibard tradujo algunos de los escritos de Franklin e hizo los primeros experimentos sobre la electricidad atmosférica produciendo chispas con el empleo de conductores metálicos colocados en el tejado de su casa, lo que llevó a cabo en el mes de mayo de 1752. En junio del mismo año realizó Franklin su conocido experimento de la cometa; en marzo del año siguiente De Romas realizó en Francia el mismo experimento de la cometa con más cuidado y con mejor resultado que el sabio americano.

Estos datos han sido tomados de la obra del señor Paul F. Schurmann, "Historia de la Física" y de su libro copio lo siguiente:

"Delibard anunció ante la Academia de Ciencias entusiasmada, que el miércoles 10 de mayo de 1752, entre las dos y las tres de la tarde, por primera vez, la electricidad celestial había sido descargada por la mano del hombre" (esto pasaba en París). "Delor obtuvo el mismo resultado el 18 de mayo y Buffon al día siguiente. Mientras tanto, Franklin se impacientaba, pues esperaba la terminación de la construcción de una alta torre en Filadelfia para realizar el experimento. En junio, imaginó elevar una punta de hierro por medio de una cometa provista de una cuerda de cáñamo que llevaba en su extremo una llave y era aislada con un pañuelo de seda. El experimento estuvo a punto de fracasar, pues era insuficiente la conductibilidad eléctrica de la cometa y del hilo, pero una lluvia muy oportuna vino a aumentar esa conductibilidad y Franklin tuvo entonces la alegría de poder realizar su experimento, ignorando que en aquella fecha, en el viejo mundo, muchos sabios después de Dalibard, Delor y Buffon, lo repetían, e ignorando asimismo que De Romas imaginaba también y casi simultáneamente con él, elevar la punta de hierro por medio de una cometa."

"En junio de 1752, L. Lemonnier descubría que, aun en tiempo sereno, hay electricidad en la atmósfera, de lo cual no convenció sino con mucha dificultad a los sabios."

"En Inglaterra, en Italia, en Holanda, en Alemania, en Rusia, los sabios competían en interesantes observaciones relacionadas con el experimento de Franklin. En agosto de 1753, esos peligrosos experimentos hicieron su primera víctima: el profesor Richmann de San Petesburgo fue fulminado por una chispa recibida en plena frente mientras trataba de medir la intensidad de la electricidad atmosférica en una barra de hierro por medio del electrómetro."

Ahora, sin transcribir nada de los autores mencionados arriba, conviene relatar algunos hechos que den idea de los fenómenos que produce el rayo y de otras manifestaciones eléctricas de carácter muy diferente al de éste.

Arago, quien fue uno de los que metodizó el estudio de los rayos, reduce éstos a cuatro tipos: rayos

o centellas lineales, que son los que de errada manera fueron llamados de zigzag, cuyo aspecto se debe a la velocidad con que se mueve la chispa y que se pueden clasificar también como de chispa; otra clase es la de los difusos que se manifiestan por una extendida iluminación sin la presencia del camino brillante de la chispa; la tercera clase la constituyen los rayos en forma de bola cuyo movimiento no tiene la rapidez de la chispa, y por último los de descarga en rosario, que son raros y de los cuales no se ha dado todavía una teoría satisfactoria en cuanto a la forma con que se manifiestan.

Hay otros fenómenos de electricidad atmosférica propios de regiones diferentes a las ecuatoriales, como efluvios luminosos de los altos roquedos y las auroras boreales.

Los relámpagos de iluminación son frecuentes en las tardes de verano y se notan como resplandores instantáneos entre las nubes lejanas; estos resplandores se producen a cortos intervalos más o menos regulares y por espacio de horas enteras; hay regiones propicias para este fenómeno, como la del Catatumbo en donde se produce casi todas las noches y a intervalos tan regulares que ha recibido de los regionales el nombre de "Faro del Catatumbo". Los rayos de chispa sobrevienen en medio de lluvias torrenciales, aunque no son raros los casos de las centellas en tiempo sereno, llamados rayos en seco. Estando acampados a orillas del mencionado río Catatumbo, se produjo un copiosísimo aguacero con rayos frecuentísimos, uno de ellos apareció como una mancha instantánea e intensamente luminosa en el gris oscuro de la nube; era una mancha casi circular de bordes irregulares que se desflecó disparando rayos en todos sentidos los que a su vez se dividían en otros; este juego de luces de un blanco deslumbrador se produjo en brevísimos instantes.

En la historia de la Academia de Ciencias de París se encuentran relatos muy curiosos: en la noche del 14 al 15 de abril de 1718 hubo en Bretaña la Baja una tremenda tempestad; el señor Deslandes de la Real Academia de Ciencias, salió de Brest para ir a Govesnon a legua y media de distancia, para estudiar los efectos del rayo que había destruido la iglesia de ese lugar; allí se informó que al principio se habían visto tres (3) globos de fuego, como de 3½ pies de diámetro cada uno, los cuales se juntaron y se abalanzaron sobre la iglesia cuyos muros rompieron a la altura de dos pies sobre el suelo sin haber quebrado los vidrios de una ventana que estaba cerca; mató dos de las cuatro personas que estaban tocando las campanas, e hizo saltar hacia arriba el techo de la iglesia; esto último sólo se explica por las extracorrentes de las descargas irruptivas que han sido estudiadas en los laboratorios; a este mismo efecto se debe el fenómeno consignado en la misma historia, del destrozo de una encina rota de abajo hacia arriba.

También se sabe que en 1916, en el pico Aneto de los Pirineos, dos excursionistas que iban con otros, perecieron a causa de una descarga eléctrica; por las huellas que el rayó dejó en sus cadáveres, éste pasó del uno al otro cuando el primero parece que ayudaba al otro a subir una roca. Ninguno de los otros excursionistas sintió en su cuerpo fenómeno alguno eléctrico; notaron sí un ruido especial que provenía de las piedras, semejante en cierto modo al chillar de los grillos; pensaron que podía ser producido por las percusiones del granizo, pero a paco rato ese sonido se transformó en un zumbido como el que producen las líneas telefónicas cuando son muchas y en los parajes donde está tendidas de un poste a otro; vieron también efluvios que salían de los cuchillos y de las puntas metálicas y aun anotan que se produjeron chispas de unos a otros entre los excursionistas.

Hay fenómenos de otra índole producidos por el rayo: en el Tibidabo en Barcelona hubo un rayo que recorrió las barandillas metálicas de las escalinatas en un jardín de terrazas escalonadas y llegó a una cisterna cuya tapa salió proyectada a cinco o seis metros de distancia, habiendo descalzado los apoyos de las barandillas. En Swinton, cerca de Manchester, otro, trasladó sin derrumbarlo un muro que pesaba aproximadamente 26 toneladas; la distancia de transporte fue de varios pies.

La descarga del rayo es oscilante, de modo que puede producirse lo que se llama una descarga de retroceso o contracorriente, cuyo efecto se presenta principalmente en las partes que están en contacto con el suelo, así pues, se han visto casos en que se han fundido los clavos de los zapatos.

Las corrientes de alta tensión pasan por las superficies de los conductores a pequeñas distancias de ellas (skin effect, de los ingleses) cuando tienen crecidísimas frecuencias, como lo demostró Tesla haciendo ver que en tales condiciones eran inofensivas para el organismo humano: de análogo modo acontece con algunos rayos: casos ha habido de personas en quienes habiendo caído un rayo han visto fundidos los adminículos metálicos de sus vestidos, sin el menor desperfecto en su organismo. Se colige de esto que las descargas de los rayos son semejantes a las de los condensadores y que por consiguiente en la atmósfera deben formarse inmensos condensadores con altísimos potenciales. La teoría sobre la formación de estos condensadores ha sido la preocupación de muchos sabios desde el tiempo de los experimentos de Franklin con las nubes tempestuosas.

En 1899 Chauveau decía que el número de teorías sobre la presencia de la electricidad atmosférica era considerable; recordaba que en 1897 en una conferencia dada en la Real Institución de Inglaterra, el Prof. Schuster hizo referencia a que diez años antes el Dr. Suchsland había contado VEINTICINCO; durante el año de 1884 aparecieron CUATRO: en la actualidad —decía— se encontra-

rían más de treinta, contando solamente las emitidas por verdaderos hombres de ciencia, entre ellos sabios ilustres. Chwolson, en su tratado de física del año de 1920, escribe que si a lo anterior se añaden algunas teorías notables propuestas recientemente, existen en el día TREINTA Y CINCO TEORIAS serias.

En la actualidad tomando eclécticamente las ideas que sobre el particular se han emitido, se puede hacer felizmente la siguiente compilación:

Los fenómenos eléctricos naturales que se producen por encima de la superficie de la Tierra, pueden clasificarse en cuatro grupos, según Chwolson, a saber:

1º.—Fenómenos con cielo sereno.

2º.—Fenómenos en ambiente borrascoso.

3º.—Fenómenos de luminescencia provenientes de algunos cuerpos en la oscuridad, como el fuego de San Telmo o el fuego de Santa Helena.

4º.—Iluminaciones polares.

Yo me atrevería a catalogar una quinta clase:

5º.—Efluvios eléctricos procedentes de la Tierra en determinadas regiones.

De los fenómenos en ambiente borrascoso ya se han dado varios ejemplos y se citaron los cuatro tipos en que se han clasificado.

El primer grupo, el que trata de los fenómenos eléctricos con cielo sereno, comprende dos clases: el de las descargas eléctricas que se dirigen hacia la tierra sin que haya nubes tempestuosas como el caso del General Gabriel Reyes Patria que pereció fulminado por un rayo en Casanare cuando el General, en día despejado y bonancible, participaba en las faenas de un rodeo; otra clase de energías eléctricas naturales es la que se manifiesta obrando sobre la dirección y reposo de la aguja magnética; pero por cuanto que esta influencia parece que obedece a corrientes eléctricas telúricas y a otras causas extrañas a la atmósfera como la actividad de las manchas solares, no será tenida esta clase en cuenta en la presente noticia y también porque su estudio forma en la actualidad otra rama de la ciencia que se ha denominado geomagnetismo, cuyas actividades en Colombia están bajo la dirección del Instituto Geográfico que ha instalado un moderno observatorio de esta índole en la isla de El Santuario en la laguna de Fúquene.

También hay otra clase de fenómenos que se producen en cielo sereno y que son de importancia trascendental para la vida animal, la vida vegetal y para la constitución de la materia; de lo que se hablará más adelante con relativa detención.

Del tercer grupo, el que se refiere a los Fuegos de San Telmo y análogos, toda persona tiene conocimiento, aunque no haya tenido la oportunidad de ver en la oscuridad, o en ambiente entreclaro, salir tenues penachos luminosos de las puntas elevadas

como mástiles de barcos o de puntas metálicas como lanzas y que cuando aparecían en las que llevaban las cohortes romanas, eran tenidas como de buen augurio para sus empresas bélicas. El llamado fuego de San Telmo se confunde muchas veces con el Fuego de Santa Helena: el que aparece en los mástiles de los navíos siempre se llama de San Telmo; pero algunos tratadistas dicen que el de San Telmo es el que se presenta en dos o más penachos luminosos y el de Santa Helena en uno sólo. Cuenta el hijo de Cristóbal Colón que en el segundo viaje del Almirante, emprendido en septiembre de 1493, se presentó el fuego de San Telmo en la verga de juanete en siete penachos o siete cirios, como dice él, cuando fue mayor el fragor de la tormenta que circundaba al buque; ese espectáculo hizo que la tripulación elevara fervorosamente preces al Cielo en acción de gracias por considerar que aquel milagro era señal de la protección divina. Este relato está tomado de la Enciclopedia Espasa. Hace varios años, en cierta ocasión cuando viajábamos por las cercanías de Popayán, nos sorprendieron las penumbras del principio de la noche en medio de un torrencial aguacero, acompañado de descargas eléctricas, las que son muy comunes en esa región, y vimos el Fuego de Santa Helena salir de los extremos de las orejas de nuestras cautelosas mulas, que no quisieron moverse a pesar del acicate, mientras no amainó la tempestad.

Del quinto grupo podremos darnos idea leyendo el capítulo IV de la obra intitulada "La Atmósfera", que escribió Eliseo Reclus, del cual entre sacamos las siguientes noticias: En las angosturas estrechas entre dos montes escabrosos, como los llamados *alfoces*, que miran al mar, son más frecuentes los rayos. Los griegos convirtieron los montes Acroceraunios en la morada de Júpiter, disparador de rayos; en la Sierra Nevada de Santa Marta, en Colombia, se presentan tempestades diarias, con relámpagos que pueden verse abajo cuando se ha subido a los picos altos. Hacia las regiones del norte del Atlántico va disminuyendo la frecuencia de las tormentas; se dice que en Islandia y en Spitzberg nunca se han visto relámpagos, en cambio son frecuentes las auroras boreales. En las regiones de los océanos muy distantes de los continentes, hay muy pocas descargas eléctricas según el decir de los marineros. Son inexplicables ciertos fenómenos como los relámpagos que brotan de cuando en cuando en ciertas grutas de los acantilados en las costas noruegas: entre Bergen y Trondhem, a la orilla del Jorend-Fjord, se eleva una montaña llamada Roca del Prodigio o sea Trolldjold, que tiene una raja lateral de la cual salen a veces y sobre todo cuando va a cambiar el tiempo, columnas de llama o humo; pero la caverna en la cual se elaboran esas misteriosas tormentas es de tan difícil acceso que aún no se ha penetrado en ella. Tampoco —continúa Reclus— se ha tratado de explorar otro laboratorio de tormentas; en uno de los acantilados de la en-

trada del Lyese-Fjord hay una gruta altísima, como a 800 metros de elevación; cuando el viento del Este sopla con violencia sobre el peñón, se ve brotar de la roca negra un resplandor que se ensancha, se estrecha luego para volver a ensancharse, se contrae de nuevo y se pierde en franjas luminosas antes de llegar a la pared opuesta que es la septentrional; el flujo luminoso parece que girara y las expansiones y contracciones obedecen al movimiento de rotación; se oyen detonaciones con creciente fuerza antes de brotar la llama de la roca; violento trueno las acompaña repercutiendo con largos ecos. Estos fenómenos fueron presenciados en 1855 por el ingeniero geógrafo Krefting, quien levantaba el mapa de la comarca. Este fenómeno recuerda las descargas eléctricas en forma de rosario.

Habiendo demostrado Franklin y sus contemporáneos que las nubes se cargaban con electricidad como la que se podía guardar en las botellas de Leyden y sabiendo que para que salte la chispa eléctrica entre dos cuerpos cargados con ella es menester que exista entre ambos una diferencia de potencial, los hombres de ciencia se dieron a la tarea de estudiar esas diferencias de potencial en la atmósfera. El potencial es el trabajo que un ente mecánico es capaz de producir, es pues el trabajo en potencia, pero ese trabajo depende del potencial inferior a que se llegue; una de las manifestaciones del potencial eléctrico se puede concebir como la tendencia a escaparse la electricidad del lugar en donde está acumulada: a mayor tendencia, mayor potencial. Cuando la chispa eléctrica salta entre dos superficies va de la de potencial mayor a la de potencial menor; entonces la de mayor potencial se dice que tiene potencial positivo. En un condensador eléctrico una de las placas está cargada con electricidad positiva y la otra con electricidad negativa, entre las dos debe mediar un dieléctrico y en ese dieléctrico queda establecido un campo eléctrico, es decir un espacio que tiene la propiedad de hacer mover los corpúsculos sueltos que lleven cargas eléctricas, los de carga negativa hacia la placa positiva y los de carga positiva hacia la otra; estos corpúsculos cuando están reducidos a moléculas o átomos y llevan cargas elementales eléctricas tienen el nombre de *iones*; hay iones positivos y iones negativos; los iones negativos se producen espontáneamente por la acción física de fenómenos como el calor, la luz, la luz ultravioleta, las emanaciones de los cuerpos radioactivos, etc. Una carga elemental negativa puede subsistir sin corpúsculo material que la soporte y en tal caso recibe el nombre de *electrón*.

Los investigadores que estudiaron los potenciales de la atmósfera se valieron para ello de un sencillísimo instrumento que todos hemos conocido en los gabinetes de física escolares: el *electroscopio*; por medio de él se puede conocer la electricidad que posee un cuerpo. El electroscopio debidamente modificado constituye el *electrómetro*, y con este apa-

rato se puede conocer el potencial eléctrico que hay en un lugar determinado.

El empleo esmerado del electrómetro hizo conocer que el potencial eléctrico en un punto de la atmósfera aumentaba con la altura del punto sobre la superficie del suelo; se notó también que los puntos de potencial igual formaban superficies que en las llanuras y partes planas eran paralelas; estas superficies equipotenciales se aproximan unas a otras cuando quedan sobre las eminencias del terreno. En consecuencia la atmósfera puede considerarse como un campo eléctrico análogo al que se produce entre las dos placas de un condensador.

Sabido es que las superficies equipotenciales caracterizan un campo de fuerzas, pues éstas son normales, o sea perpendiculares, a dichas superficies y su intensidad es tanto mayor cuanto menor sea la distancia entre dichas superficies. Ahora bien, como sobre las eminencias las superficies equipotenciales se aproximan, esto explica por qué los rayos caen con más frecuencia sobre los cerros, sobre las torres, sobre los árboles y todas aquellas prominencias que estén en comunicación con el terreno.

De la disposición de las equipotenciales se puede deducir que la atmósfera forma parte de un condensador esférico: la carga negativa está sobre la superficie de la tierra y la positiva en las altas regiones; la capa alta conductora ha sido constatada por la radiotransmisión y se le ha dado el nombre de "ionosfera". Según la radiotécnica, esta capa es la que refleja las ondas hertzianas y por consiguiente hace posible la radiotransmisión en contorno del globo.

En lugares bajo cielo sereno la posición relativa de las superficies equipotenciales permanece constante, pero no sucede lo mismo cuando hay presencia de nubes, cuando soplan los vientos, cuando se produce la evaporación o hay cambios de temperatura. Los vientos tienen marcada influencia según su intensidad y su dirección horizontal o inclinada; hay veces que el signo del potencial cambia. El Prof. Denza hizo observaciones durante 12 años a razón de seis por día y de 15.170 solamente 655 acusaron carga negativa.

La variación de potencial entre dos superficies equipotenciales por cada metro de distancia vertical se llama gradiente; la gradiente con cielo despejado se ha visto que puede variar entre 50 y 800 voltios. Rara vez se han observado gradientes de 1.000 voltios. Estas variaciones locales explican los rayos en seco y los efluvios eléctricos de algunas rocas.

Los altos potenciales que adquirieren las nubes tempestuosas se pueden explicar por el hecho observado de que el vapor de agua al rozar con el aire se carga positivamente, entonces cada pequeñísimo glóbulo de vapor adquiere cierta tensión que depende de su superficie; cuando se forman las gotas de lluvia una infinidad de esos globulillos se juntan para formar la gota, pero la superficie total de ésta

es menor que la suma de las superficies de los globulillos componentes, por consiguiente la tensión eléctrica aumenta; se demuestra que esa tensión es tantas veces mayor como la raíz cúbica del número de globulillos; así, por ejemplo, si mil globulillos forman una gota, la tensión en ésta será diez veces mayor que la tensión en uno de los glóbulos componentes, y ya vimos que la tensión es la tendencia a saltar la chispa. A esta causa se puede agregar la variación de potencial que causan los vientos y la electrización por influencia debida al condensador atmosférico de que ya se ha hablado.

En la actualidad el campo eléctrico atmosférico debe sufrir modificaciones notables y especiales debido a las innumerables radiodifusoras que hay en actividad permanente sobre toda la superficie del globo, esto sin contar los telégrafos, la televisión y todas las grandes instalaciones de producción de electricidad; pues todos sabemos que las corrientes alternas engendran ondas hertzianas, que éstas se difunden alrededor del globo y que al encontrar cuerpos conductores producen corrientes eléctricas, lo cual tiene que causar disturbios regionales en los potenciales de la atmósfera. Quizá se demuestre algún día que condiciones de esta naturaleza sean las que determinen una aún no conocida forma de descarga de los rayos en bola y los rayos en rosario y que los platillos voladores se puedan explicar por fenómenos de esta clase; se ha dicho que algún profesor de física ha logrado producir en el laboratorio fenómenos semejantes al de los platillos, pero no se conocen los detalles y condiciones en que se verifiquen, aunque desde hace muchos años se ha producido el fenómeno de Righi que consiste en intercalar una resistencia muy grande constituida por una columna de agua en el circuito de descarga de una botella de Leyden y en producir la descarga en un ambiente de aire un poco rarificado entre dos electrodos redondos, entonces la descarga aparece en forma de una esferita luminosa que se mueve lentamente.

Ahora viene el relato de un hecho importante: los investigadores notaron que los electroscopios por muy aislados que estuviesen, perdían gradualmente su carga; esto no podía explicarse sino porque la atmósfera acarrea electricidad, pero la atmósfera sólo tiene esa propiedad cuando lleva iones en su seno. Pero de dónde provenían esos iones? La fuente más activa de iones es la emanación de los cuerpos radioactivos y entonces se supuso que la tierra debía tener en su constitución cuerpos radiactivos porque la luz del sol poca influencia manifestaba en la aceleración de la descarga de los electroscopios; esto fue lo que supusieron los físicos Elster y Geitler quienes en Alemania descubrieron en 1889 la presencia de los iones en la atmósfera y como independientemente lo había hecho Charles Thomson Rees Wilson en Inglaterra; por ese tiempo J. J. Thomson había demostrado que los iones eran los agentes de la conductibilidad eléctrica de los gases. Los iones

al viajar en la atmósfera deben atraer las cargas positivas de los corpúsculos que caigan bajo su acción o los iones positivos; como cerca a la superficie de la tierra se acusó la presencia de iones negativos y si éstos procedían de sales o metales radioactivos diseminados en los terrenos, debía acontecer que a medida que se alejara de la superficie terrestre, los iones fueran más escasos y se procedió a hacer esta clase de investigaciones. Gockel se elevó en un globo a 4.500 metros y comprobó que el electroscopio conservaba su mismo comportamiento; en 1911 el físico vienés Víctor Hess subió a 7.800 metros y descubrió que la ionización en vez de disminuir aumentaba con la altura.

En esa época se conocían los rayos X, los rayos alfa, los beta y los gamma; estos últimos eran los más penetrantes, pero no eran tan poderosos como para vencer un espesor de 7.800 metros de aire; al principio esos rayos fueron llamados *ultrapenetrantes*, pero al comprender que debían proceder de las partes superiores de la atmósfera se les llamó *radiaciones de altura*, denominación propuesta por Hess y Kohlhöster. Hess obtuvo el Premio Nobel en 1936.

A la altura mencionada se encontró que la ionización de la atmósfera era de 15 a 20% más activa que al nivel del suelo o sobre las superficies marinas en donde siempre se encuentran pequeños elementos radioactivos. A los 18.000 metros que alcanzó la National Geographic Society en 1935, por medio de un globo provisto de instrumentos auto-inscriptores, la conductividad de la atmósfera es aproximadamente 100 veces mayor que la medida al nivel del mar.

En 1922 Millikan y Bowen realizaron en Kelly Field de San Antonio Texas, el primer transporte a la estratosfera, 15.500 metros a lo alto, de electroscopios de registro automático, barómetros y termómetros llevados en globos sondas; el conjunto pesaba 210 gramos y se mantuvo en el aire durante tres horas y veinte minutos. El objeto de este experimento era el de dilucidar si los agentes de la ionización de la parte alta de la atmósfera provenían de regiones más remotas de la misma atmósfera o si procedían de regiones exteriores a la atmósfera. Se hicieron también cuidadosos estudios sobre la penetración de esos rayos de modo que pudieron comprobar que tales radiaciones eran diferentes de las que hasta entonces se conocían y a fines de 1925 Millikan redactó el primer artículo donde se dio a dichos rayos el nombre de "rayos cósmicos", pues todo condujo a deducir que provenían de las regiones exteriores a la atmósfera terrestre.

Uno de los enigmas actuales de la física consiste en comprobar esta hipótesis o en establecer la génesis de tales rayos.

Las investigaciones continúan en la actualidad: se ha empleado la cámara de Wilson para hacer visibles las trayectorias y la descomposición de los

rayos cósmicos o de lo que ellos producen. Esa ingeniosa cámara, en esencia, consiste en un recipiente lleno de un gas enrarecido y húmedo; cuando en él penetra un corpúsculo subatómico la humedad se condensa en su contorno y queda señalando la estela que el corpúsculo trazó, cuya forma depende de los campos magnéticos y eléctricos a que se someta, y puede ser fotografiada en una placa sensible; ciertos dispositivos con láminas de plomo permiten conocer la energía que lleva la partícula fotografiada y también sus componentes y los efectos que produce.

Lo curioso es que tales fotografías han ido mostrando los elementos que forman el átomo, o sea neutrones, positones, protones, mesones y combinaciones de éstos.

Entonces se pensó que la causa de la ionización podía ser esta clase de corpúsculos que parecía eran el producto de la descomposición de átomos de cuerpos conocidos como el hidrógeno, el helio u otros, al moverse rápidamente en el aire después de haber sido provocada por los rayos cósmicos propiamente dichos.

Empero, los modernos estudios de la física matemática han establecido dos cosas de mucha trascendencia, a saber: *la interconversión de masa y energía*, y *la permutabilidad entre ondas y corpúsculos*. Estos principios hacen pensar que los proyectiles captados como producto de la desintegración causada por los rayos cósmicos, sean los mismos rayos cósmicos y que la poderosa energía de penetración que poseen, se deba a la conversión de su masa en energía. En este sentido podemos decir que los rayos cósmicos que se han encontrado son los que catalogó como PARTICULAS FUNDAMENTALES el Congreso Internacional de Radiación Cósmica reunido en julio pasado en Bagnères-de-Bigorre, en el sur de Francia, organizado por la Universidad de Tolosa bajo los auspicios de la Unión Internacional para Física Pura y Aplicada y con la asistencia de la UNESCO. Este congreso convino en asignar a dichas partículas una nomenclatura y signos especiales, que podremos englobar brevemente así: mesones-L, mesones-K e Hyperones, nombres que abarcan las partículas que tienen mayor masa: de la categoría L hay 3 clases; de la K hay 8 clases; los hyperones son 2; cada una de estas partículas tiene su símbolo especial. Además, hay que contar los protones, los neutrones, el neutrino, el electrón y los nombres que convienen a los procesos de tramitación como los eventos-V y los eventos-S.

Los experimentos fotográficos de que se ha hecho mención indican que los rayos cósmicos se descomponen y en cierto modo se extinguen mediante un determinado proceso propio de los componentes del rayo. Por ejemplo el mesón pi-neutro se descompone en 2 rayos gamma y una energía de 133 MeV, o bien en un rayo gamma, un electrón positivo y un electrón negativo.

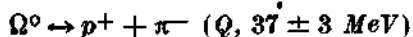
Estas transformaciones se escriben así:



o bien $\pi^0 \rightarrow \gamma + e^+ + e^-$ (muy raro)

Estas expresiones se llaman esquemas de decaimiento (Decay Scheme) o esquemas de descomposición o simplemente *descomposición*.

Hyperones = Ω^0 —partícula



p = protón, su masa es 1836, masa-electrón = 1 (uno)

En resumen tenemos, pues, que en la atmósfera hay un campo eléctrico dirigido de arriba hacia abajo; que los potenciales de ese campo varían constantemente por muchas causas, una de las principales es el viento y la evaporación; que las nubes adquieren grandes potenciales causa de los rayos; que la atmósfera está surcada de iones que descargan lentamente la electricidad de los cuerpos; que en la estratosfera hay una capa de iones positivos llamada ionosfera; que de las regiones exteriores de la atmósfera viene una infinidad de rayos ultrapenetrantes denominados rayos cósmicos. Hay también un continuo fluir de electricidad negativa hacia las regiones superiores lo que ha dado lugar a una infinidad de teorías para explicar la recuperación de esa electricidad en las capas inferiores de la atmósfera. Y hasta ahora no se ha hablado aquí de la acción eléctrica del sol sobre la tierra; el Prof. Nodon de París hace años emprendió un delicado estudio sobre este punto, habiendo ideado al efecto electroscopios y electrómetros adecuados; en 1910 hizo la primera publicación sobre sus observaciones.

Pero de todos estos fenómenos el de mayor importancia para el género humano, es la presencia de los rayos cósmicos, es decir el que se produce bajo el cielo sereno; al respecto es pertinente tener en cuenta lo que escribió el eminente físico Juan Thibaud, director del Instituto de Física Atómica de Francia, quien hace notar que si los rayos cósmicos son capaces de desintegrar las moléculas de los cuerpos estables, serán también poderosos para modificar sustancialmente los átomos y las células de nuestro cuerpo, lo que debe producir consecuencias trascendentales para nuestro metabolismo y pregunta: "¿Quién sabe si el desequilibrio intelectual, la apatía o el genio, no están condicionados por el choque ocurrido un buen día entre un rayo cósmico y una de estas células cerebrales delicadas y sensibles?"

"Semejantes especulaciones no tienen un carácter tan quimérico como podría creerse: gracias a ellas ha podido el doctor H. Thomas imprimir una nueva dirección al problema, tan interesante, del origen de las especies."

"El se niega a considerar como espontáneos estos bruscos cambios observados, sin ninguna duda, tanto en los insectos como en las plantas, y cono-

cidos con el nombre de mutaciones: según él, habría que buscar el origen de eso en el mismo medio en donde están." "Se ha observado, hace poco, que el tratamiento por las radiaciones de onda corta, así como por los electrones rápidos, es capaz de producir mutaciones definidas." "Puede pensarse entonces que la acción sobre el núcleo de una célula viva, producida por los corpúsculos constitutivos de una radiación cósmica y por las radiaciones secundarias concomitantes, puede ser análoga. Si un gene recibe el choque de uno de esos corpúsculos cósmicos, sufrirá modificaciones de estructura que acarrearán una mutación."

"Como la intensidad de la radiación cósmica aumenta rápidamente con la altura, es interesante comparar la riqueza de especies, en el caso de la flora, entre las regiones montañosas elevadas y las llanuras bajas de las mismas latitudes. Según H. Thomas, las floras de las regiones altas particularmente ricas en variedades de una misma especie, constituirían apoyo para esta teoría."

De los impactos de estos rayos cósmicos no escaparían sino muy pocos seres vivientes de los que habitan nuestro globo terrestre, pues se ha constatado la presencia de tales rayos aun debajo del agua a profundidades de 230 metros y más; los rayos gamma más penetrantes sólo pueden traspasar 2 metros de agua.

En una revista científica de los Estados Unidos (Scientific American), del mes de enero del presente año de 1954, se lee lo siguiente:

Una nueva variedad de avena que es resistente a la enfermedad del tizón ha sido creada en el reactor nuclear en Brookhaven National Laboratory. El señor Calvin F. Konzak, biólogo de Brookhaven, ha inducido mutaciones en varios centenares de semillas de avena Mohawk exponiéndolas a los neutrones térmicos de la pila. Algunas de esas semillas produjeron plantas que no pudieron ser infectadas con la variedad de tizón a la cual la avena de esta clase (Mohawk) es susceptible. La tercera generación de esas plantas cultivadas en invernadero, parece que no han disminuido en resistencia. Las semillas, sin embargo, aún no ha sido posible obtenerlas en cantidades comerciales. Actualmente en los mencionados laboratorios se está desarrollando un programa de acuerdo con el Departamento de Agricultura, para producir mutaciones benéficas en otras plantas.

En la entrega del mes de agosto que acaba de pasar, de la revista "Nucleonics", se publican las fotografías de papas sometidas a los rayos gamma producidos por cobalto radioactivo artificialmente, que se han conservado intactas hasta 18 meses en lugares donde, las muestras acompañantes presentan los brotes de la germinación; también hay muestras de las distintas formas de brotes según los roentgens a que han sido sometidos.

En 1931 Millikan presentó unas curiosas fotografías, obtenidas por Anderson en la cámara de

Wilson, que mostraban la desintegración de los átomos por la acción de los rayos cósmicos. Más tarde se demostró que en esas desintegraciones se producen electrones positivos y negativos. Esto ha dado nacimiento a otra teoría sobre las auroras boreales, pues es natural que esos corpúsculos sean atraídos por los polos magnéticos de la tierra, y hasta se han estudiado las trayectorias que deben describir, muchas de ellas deben ser helicospirales de aproximación y alejamiento de los polos magnéticos. Otros piensan que las auroras boreales se producen por fenómenos análogos a los de las descargas eléctricas en los tubos al vacío. Para nosotros los habitantes de la zona tórrida, en cuyo cielo no alcanza a proyectarse la luz de las auroras polares, es de interés escuchar una descripción de ellas, como la que hace Reclus: las primeras claridades, dudosas aún, aparecen en el horizonte del lado del polo, como un indeciso albor. Se ve un estrato de vapores y pronto aparece sobre él una curva luminosa como un inmenso arco extendido de uno a otro extremo de la tierra. La claridad de un blanco amarillento, se hace cada vez más resplandeciente pero sin extinguir los luminares de la estrellas que alcanzan a rutilar a través del velo luminoso, que fulgura, ondula y se mueve como la llama sacudida por el viento; repátese a veces en masas simétricas; en ocasiones un segundo arco luminoso, o dos más, se redondean encima del primero, y ráfagas concéntricas de fuego brillan en lo más alto del firmamento. Por algún tiempo sólo esos arcos iluminan el espacio, pero súbitamente brotan de ellos hacia el cenit rayos de colores en haces convergentes; en la base son verdes, en el centro amarillos de oro, y en lo alto rojos purpúreos. Rayos negros o de color morado oscuro alternan con las fajas de luz que con el contraste parecen más deslumbradoras. Cuando la aurora

despliega sobre el cielo sus caudales de diversos colores, toman éstos tan diversas y mudables formas que suspenden el ánimo: ya las dos bases del arco no descansan sobre el horizonte y la masa luminosa ondula y se repliega sobre sí misma como un inmenso cortinaje; ya los haces de rayos, detenidos bruscamente en el cielo, parece que forman una cúpula de oro; a veces se separan unos de otros como entre columnas de humo, y sucesivamente se extinguen y se encienden las claridades de la aurora. Los rayos que los canadienses llaman *merry dancers* (alegres bailarines), varían sin cesar de longitud y resplandor. El suelo, generalmente cubierto de nieve, interviene también en el espectáculo recibiendo y reflejando los distintos matices de luz. Y al cabo de algún tiempo el brillo de los arcos va disminuyendo; se les ve palpar como la llama cuando se va agotando el combustible, acaban por extinguirse y sólo quedan de trecho en trecho extensiones aurorales que emiten escasa claridad, como lejanos relámpagos; después se ve una vaga fosforescencia en los cirros blanquecinos y la aurora magnética se extingue cuando la que produce el sol comienza a iluminar el horizonte.

Los juegos de luz de las auroras polares se producen a enormes alturas, entre 700 y 800 kilómetros sobre el suelo y se ha calculado que los trazos de fuego suelen tener unos 650 kilómetros de longitud. El antiguo cronista Idacio, que escribió "Galicia y el Reino de los Suevos" da la noticia de que en el año 452 de nuestra era, se vio en Galicia una aurora boreal; la latitud media de Galicia es de 42° y esto indica que la altura de los resplandores de esa aurora debió pasar de los 3.000 kilómetros.

Y con estas frases doy por terminada esta disertación, manifestando mi agradecimiento por la atención que se me ha dispensado.

INVESTIGACION DE LA VISION ESTEREOSCOPICA

H. C. RAASVELDT,

Sección de Fotogeología, Instituto Geológico Nacional,
Ministerio de Minas y Petróleos.

TRADUCIDO AL ESPAÑOL POR EL DOCTOR JAIME TORRES (1)

RESUMEN

Se hace un análisis de los fenómenos relacionados con la visión estereoscópica que lleva a la conclusión de que el estereoscopismo está basado en procesos fisiológicos. Una clara distinción debe ser hecha entre la visión estereoscópica natural de la vida diaria y las condiciones artificiales de observación, como por ejemplo, bajo un estereoscopio. En el primer caso, ciertos factores fisiológicos están en completa armonía, mientras que en los casos de visión no natural aparecen tendencias en pugna. Las fuerzas relativas de varios factores desarmónicos determinan el sitio del estereomodelo observado. La visión estereoscópica con ejes visuales paralelos o divergentes puede en esta forma ser explicada sobre una base fisiológica. Una simple suposición nos capacita para extender la teoría de proyección para esos casos y para reconstruir geométricamente el estereomodelo observado. Todas las propiedades de este estereomodelo tales como escala horizontal, escala vertical y exageración vertical pueden entonces ser determinadas para todos los casos de la visión estereoscópica con o sin lentes que el foto-intérprete encuentra en circunstancias normales.

I—INTRODUCCION

Para varios grupos de foto-intérpretes quienes corrientemente usan fotografías estereoscópicas, adquiere cada día una mayor importancia conocer la relación geométrica entre el original fotografiado y el modelo observado por medio de estas copias, ya sea con el estereoscopio o con los ojos simplemente.

El problema puede ser estudiado, con éxito, solamente con una comprensión básica de la visión estereoscópica. Un análisis de algunos de los fenómenos envueltos en la visión binocular fue intentado por von Frijtag Drabbe. Infortunadamente los conceptos expuestos en su estudio son muy confusos.

Von F. Drabbe se enmarañó en varios de estos fenómenos, especialmente en aquellos que lo indujeron a introducir la idea de la "imagen transmitida". Su estudio, caracterizado por una gran imaginación inventiva, fue así desafortunadamente conducido a un punto muerto sin conclusiones.

(1) El original inglés de este artículo fue presentado para la publicación en el exterior. En la edición castellana el autor ha introducido algunas adiciones.

Aun cuando su teoría sobre visión estereoscópica se impugna en este artículo, a von Frijtag Drabbe le debemos quedar reconocidos por los dos detalles siguientes:

1) El fue el primero en advertir la inaplicabilidad de la tesis de *Wheatstone* bajo las condiciones de visión no natural. Esta tesis sostiene que la imagen estereoscópica es vista donde los ejes visuales se intersectan.

2) Introdujo cierta técnica para sacar conclusiones de experimentos simples que todo el mundo puede hacer.

Esta "técnica" ha sido seguida y desarrollada en este artículo (especialmente en la Sección III). Parece que todo lo que es esencial para el intérprete puede ser investigado por medios muy simples.

Muy probablemente von Frijtag Drabbe no hubiera llegado a las mismas conclusiones si él hubiera consultado los resultados de la óptica fisiológica. Pero es necesario hacerlo para llegar a una comprensión de la visión estereoscópica en general y particularmente es un requisito para el entendimiento de los fenómenos abarcados por von F. D. y tratados en este artículo. Para la conveniencia del lector los tópicos más importantes de la fisiología óptica son presentados en forma sinóptica en la Sección V, aun cuando debe estar preparado para encontrarlas mezcladas con opiniones personales del autor.

En la primera parte de este estudio se analizará la tesis de v. F. D.² y se demostrará su imposibilidad, para luego presentar la opinión nuestra.

El autor no pretende explicar todos los casos posibles de visión estereoscópica. Se dirige especialmente al intérprete que examina fotografías a vista simple o con ayuda de estereoscopios corrientes de lentes o de espejos. Solamente estos casos son tratados por completo.

Sin embargo, esto no significa que los principios establecidos adelante en este artículo sean aplicables solamente al campo de la foto-interpretación. Podemos también utilizarlos para cualquier situación de estereoscopismo, tales como las proyecciones en tres dimensiones ya sean fijas (diapositivos sin movimiento) o cinematográficas, estereo-microscopios, etc.

(2) Abreviamos así, o en forma similar, el nombre de von Frijtag Drabbe, Director del Servicio Topográfico del Gobierno de los Países Bajos.

Varios ejemplos expuestos en la Sección X, muestran cómo la teoría puede ser aplicada en casos específicos.

II—"LA IMAGEN TRANSMITIDA"

Von Frijtag Drabbe presenta sus ideas como deducciones de algunos experimentos simples y uno de los conceptos básicos desarrollados en esta forma es aquel de la *imagen transmitida*. Refirámonos a sus experimentos No. 3 y No. 4.

Experimento No. 3 y la teoría de von Frijtag Drabbe sobre la visión estereoscópica.

Es, en principio, como sigue: fije la vista en un objeto a una distancia aproximada de 4 m. y coloque un dedo a 10 cm. de la nariz. El dedo se verá doble. Si se cierra el ojo izquierdo, la imagen derecha del dedo desaparecerá o viceversa. En el primer caso, el dedo visto con el ojo izquierdo es "proyectado" mentalmente cerca del eje del ojo derecho y así el dedo visto con el ojo derecho es "proyectado" frente al ojo izquierdo.

Von Frijtag Drabbe tiene las siguientes concepciones sobre el fenómeno: el dedo visto con el ojo izquierdo es "transmitido" al ojo derecho. El sugiere que esta transmisión tiene lugar en el cruce de las fibras nerviosas en nuestra cabeza³, donde las impresiones nerviosas del ojo izquierdo, según él, son introducidas en los canales nerviosos del ojo derecho. Así, de acuerdo con su tesis, si cerramos el ojo izquierdo, la imagen no es recibida por este ojo y por ello nada puede ser transmitido al ojo derecho. Como consecuencia, la imagen opuesta al ojo derecho desaparecerá.

La visión estereoscópica sería obtenida por la combinación de la imagen directamente observada del ojo derecho y la imagen transmitida que él recibiría del ojo izquierdo. Lo que se ha dicho sobre el ojo izquierdo se aplica en forma inversa al ojo derecho, que a su vez, podría transmitir una imagen al ojo izquierdo. La razón por la cual no vemos dos imágenes estereoscópicas, es explicada por v. F. D. mediante la suposición de que tenemos un *ojo activo o preferencial* que efectúa la combinación de las imágenes observada y transmitida en una sola imagen estereoscópica, o tridimensional. El otro ojo funciona de manera *pasiva*, es decir, solamente tiene que suplir la imagen transmitida!

Esta es, en forma somera, la teoría de la visión estereoscópica propuesta por v. F. D.

Los fenómenos relacionados con este experimento son corriente y adecuadamente explicados por

(3) Muy probablemente v. F. D. se refiere al quiasma, vea Fig. 10. La anatomía de nuestro sentido óptico, descrita brevemente en la Sección V, parece oponerse a su tesis, porque en su "experimento No. 3" las imágenes retinales se proyectan en los hemisferios temporales, cuyos nervios ópticos no se cruzan en el quiasma. Vea también la nota acerca de los resultados de Zsily, en la misma Sección.

la tesis de los puntos retinales correspondientes, presentada en la Sección V. El experimento 3 es conectado directamente por von F. D. con su experimento 4, sin mucho fundamento como el lector lo notará más adelante en este artículo.

Experimento No. 4

(Véase la Fig. 1, una reproducción de la Fig. III de v. F. D.).

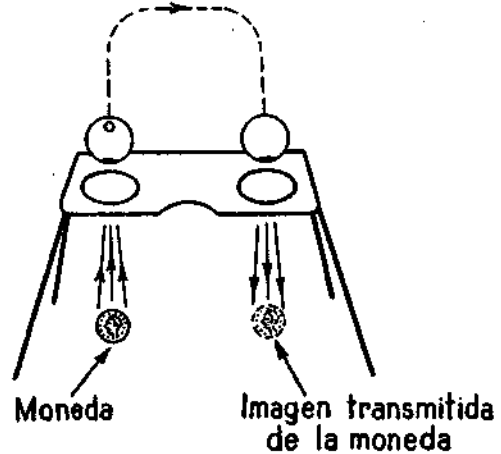


Fig. 1.—El "experimento No. 4" de von Frijtag Drabbe con una moneda y un estereoscopio de bolsillo.

En este experimento se pone una moneda bajo un estereoscopio de bolsillo, para ser vista por el ojo izquierdo. Todos los detalles de esta moneda pueden ser reproducidos con lápiz sobre un pedazo de papel puesto bajo el lente que corresponde al ojo derecho. Para explicar este fenómeno, sorprendente a primera vista, él supone nuevamente que la imagen observada por el ojo izquierdo, es transmitida al ojo derecho, y como queda presente en el ojo derecho no es difícil de explicar que los contornos y detalles de la moneda pueden ser dibujados con el lápiz, el cual es realmente observado por el ojo derecho, en una forma tal, sobre el papel que las imágenes transmitida (moneda) y observada (lápiz) coincidan.

De acuerdo con el autor, el fenómeno debe ser explicado en una forma completamente diferente, pero antes de que entremos en la discusión de esta cuestión, es necesario analizar la visión normal binocular.

Visión Normal Binocular

Observando un objeto atentamente en la vida diaria (por ejemplo una moneda, vea la Fig. 2a), supondremos por el momento que, básicamente, cuatro cosas van a suceder (1 convergencia, 2 acomodación, 3 transformación y 4 proyección):

1. *Convergencia*: Los ejes de los ojos son dirigidos o convergidos al objeto de nuestra atención formando cierto ángulo γ .

Actuando así, estamos seguros que la imagen de este objeto es formada en la región más sensitiva donde se encuentra la visión más aguda de toda la

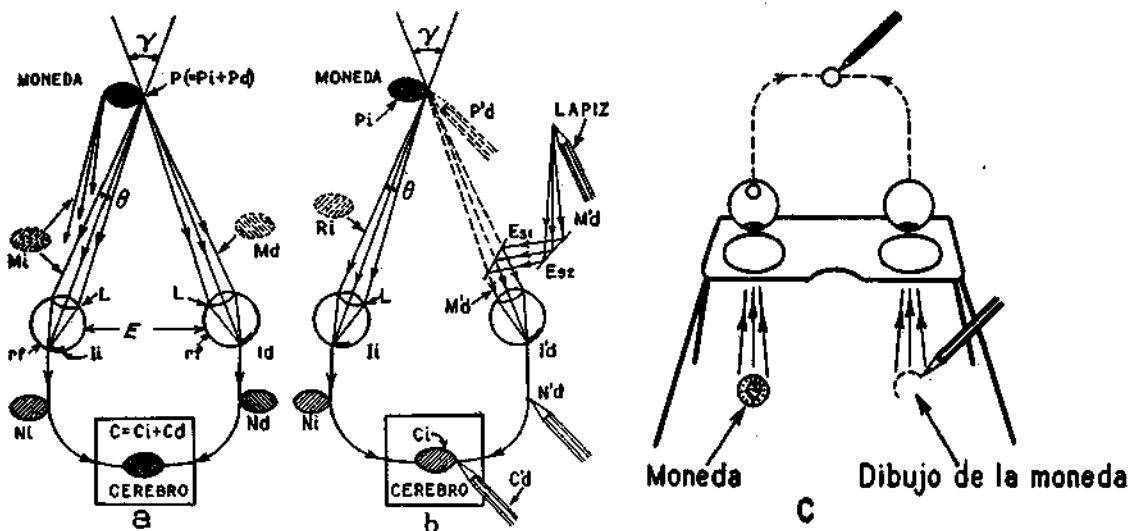


Fig. 2.—Análisis del experimento del estereoscopio y la moneda.

retina, es decir, en la "fóvea centralis", una pequeña depresión de la mancha amarilla (mácula lútea).

Tiene un diámetro aproximado de 0.44 mm y cubre un ángulo de $2^{\circ} 10'$ a $2^{\circ} 25'$. La fóvea humana no tiene bastoncillos⁴ sino una gran profusión de delgados conos. Los conos alejados de la fóvea son más grandes pero menos numerosos. Los de la fóvea están conectados separadamente por fibras nerviosas individuales con el centro cerebral que corresponde a la visión, mientras afuera de la fóvea varios conos están unidos por un nervio común. Esto hace que la visión tenga un máximo de nitidez en el área de la fóvea y que la nitidez disminuya rápidamente en las áreas más alejadas de la mácula (vea la Fig. 3).

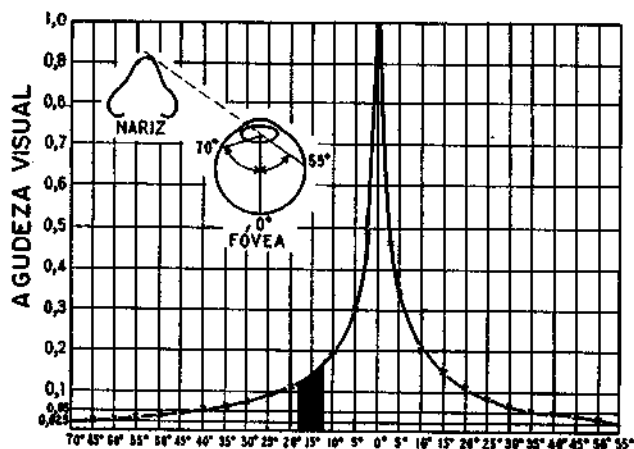


Fig. 3.—La agudeza visual que tiene un máximo muy acentuado disminuye rápidamente hacia los lados de la retina (70° y 55°). La columna negra en el gráfico representa el punto ciego del ojo. Según Landois-Rosemann.

2. *Acomodación:* Acomodamos los lentes de nuestros ojos a la distancia que nos separa del objeto.

De cada punto material del objeto (Fig. 2a) un haz de rayos luminosos divergentes, que forma un pequeño cono con un ángulo θ , es transformado por cada lente L del ojo en un haz de rayos que converge en la retina fotosensitiva rf. Todos los puntos materiales en conjunto emiten un mazo de haces de rayos luminosos (Mi para el ojo izquierdo, Md para el derecho) que representa la moneda en una forma

(4) De acuerdo con la "teoría de la duplicidad", los bastoncillos solamente funcionan cuando hay poca luz y por consiguiente no es necesario tratar sobre ellos en este artículo. La visión en la obscuridad se realiza por medio de la parte retinal que rodea la fóvea.

más bien caótica. Estos agregados, al parecer caóticos, de rayos luminosos (Mi y Md) son ordenados por los lentes del ojo L de tal modo que el haz de rayos luminosos que viene de un punto reproduzca precisamente ese punto en la retina. De esta manera se forman las imágenes de la retina Ii e Id que son reproducciones punto por punto de la moneda.

3. *Transformación de la luz en impresiones nerviosas:* Las imágenes Ii e Id proyectadas en las retinas, subsecuentemente son convertidas en "impresiones nerviosas" (Ni, Nd) y conducidas al "centro cerebral de visión". Aquí ambas imágenes son convertidas en algo fisiológico, que podríamos llamar para fácil referencia, la "imagen cerebral"⁵.

4. *Proyección mental:* A pesar de que la imagen cerebral (C) se forma en la parte posterior de la cabeza (cortex occipital), nuestra mente interpreta el último resultado como si las impresiones visuales vinieran de alguna parte frente a nosotros, o, en este caso particular, del sitio donde se encuentra la moneda. Es evidente que la impresión visual es proyectada hacia afuera por un proceso mental. Esta imagen mentalmente proyectada (P) incorrectamente la identificamos con el objeto real (moneda) y estamos tan acostumbrados a hacer esto que es difícil renunciar a esta identificación. Los experimentos con espejos, prismas, o cualquier medio que cause refracción (el agua con un palo medio sumergido), imágenes dobles, nos enseñan que en muchos casos el objeto no está donde parece. Estos hechos sólo pueden ser explicados satisfactoriamente por medio de la tesis de la imagen mentalmente proyectada, porque ¿cómo puede el objeto bajo todas apariencias estar allá donde no está localizado en realidad, excepto por un proceso de la mente que, engañada por trucos físicos, los coloca en un lugar falso? Aparentemente sólo controlamos los rayos luminosos desde el instante en que llegan a nuestros ojos, pero no tenemos medios directos de chequear lo que les sucede antes de alcanzar nuestros medios ópticos. Sobre esto nuestra mente puede

(5) El dibujo está simplificado a propósito. Vea más adelante la Fig. 10.

sólo en forma indirecta deducir la realidad por la experiencia o por la investigación. Después de alguna reflexión, será claro que esta imagen proyectada es tan real en las esferas psíquicas, como lo es una silla en nuestro mundo físico. Para expresar las cosas más claramente, podríamos inclusive declarar que, en cierto sentido, no "vemos" el mundo físico. Lo que realmente observamos es una proyección mental hacia afuera automáticamente provocada por los rayos luminosos que llegan a nuestros ojos.

El problema de la visión estereoscópica puede así ser resumido en la forma siguiente: Exceptuando casos especiales (espejos, palo en el agua) proyectamos mentalmente la imagen del objeto en el mismo sitio donde el objeto está verdaderamente presente, al menos si miramos en una forma natural. Ahora el problema es: dónde proyectamos la imagen bajo condiciones no naturales de visión binocular y cuáles son los principios que gobiernan esta proyección?

Es importante anotar que esta imagen mentalmente proyectada (P) es experimentada como una simple unidad que corresponde con el objeto observado. Como cada ojo observa el objeto desde una posición diferente ya que ellos están separados por cierta distancia E (base entre los ojos), dos imágenes diferentes (C_i y C_d), son *fundidas* (combinadas o sintetizadas) en el centro cerebral para la visión y ésta es la razón para que la imagen psíquicamente proyectada (P) tenga cualidades tridimensionales. Sin la fusión previa, dos imágenes diferentes, no estereoscópicas y solamente superpuestas (P_i y P_d), serían exteriorizadas por la proyección mental (Fig. 2b, lápiz y moneda planos).

Interposición de otra imagen en el curso de los rayos luminosos muestra que el experimento 4 puede ser explicado sin el concepto de la imagen transmitida.
(Vea Fig. 2b)

Interceptemos el mazo de rayos luminosos (M_d de la Fig. 2a) que viene de la moneda a nuestro ojo derecho y sustituyámoslo por un mazo de rayos luminosos ($M'd$) que sería emitido por la punta de un lápiz. Podemos hacerlo con dos espejos ($Es1$ y $Es2$). La imagen de la moneda en la retina del ojo derecho (M_d) será cambiada por la imagen del lápiz ($M'd$) y la impresión nerviosa (N_d) de la moneda por la impresión nerviosa ($N'd$) del lápiz.

La imagen cerebral entonces estará constituida por una imagen plana y monocular de la moneda (C_i) superpuesta por una imagen también plana y monocular del lápiz ($C'd$). Si el lápiz se mueve, experimentaremos una imagen cerebral que consta de dos partes, una de las cuales ($C'd$, que corresponde al lápiz), cambia de posición con referencia a la otra (C_i , relacionada con la moneda). El lápiz puede ser manejado en forma tal que la parte móvil (lápiz) de la imagen cerebral ($C'd$) describa subsecuentemente los contornos de la parte esta-

cionaria (moneda = C_i). Cuando el lápiz, visto con el ojo derecho, se deja en contacto con el papel, describirá los contornos de la moneda, que es observada con el ojo izquierdo.

Lo que realmente vemos, a causa de la proyección mental de toda la imagen cerebral en conjunto, es que un lápiz plano, no estereoscópico, toca y dibuja los contornos de una moneda plana.

Una explicación similar se aplica para aclarar el experimento del estereoscopio y la moneda de la Fig. 1. Ningunas diferencias esenciales son introducidas por los lentes del estereoscopio. Los ojos no se acomodan para la distancia entre la moneda y los ojos, sino para una distancia infinita y los ejes de los ojos serán paralelos. Una intervención con espejos no es necesaria porque el lápiz y la moneda están ya separados por el estereoscopio. Según el autor, la situación debe representarse esquemáticamente como en la figura 2c y no como en la figura 1, la cual expresa la opinión de v. F. D.

La correlación de las imágenes de los ojos izquierdo y derecho, como sucede con la reproducción de un objeto, visto con el ojo izquierdo y reproducido por medio del ojo derecho, es probablemente efectuada por un último proceso cerebral. Esto puede ocurrir solamente en esa parte de nuestro cerebro donde las impresiones del ojo derecho e izquierdo son juntadas y experimentadas psicológicamente como visión. No tenemos sino un solo centro de atención consciente donde todas las impresiones son reunidas, y esto parece ser la única base real para la explicación del "experimento No. 3" de v. F. D.

III—INVESTIGACION DEL LAZO ENTRE CONVERGENCIA Y ACOMODACION

El "experimento No. 4" de von Frijtag Drabbe, el del estereoscopio y la moneda, se presta para investigar la conexión que existe entre la convergencia y la acomodación, si introducimos algunas modificaciones que se describen en seguida.

En primer lugar retornemos una vez más a la visión binocular de la vida diaria. Queremos acentuar que al mismo instante en que convergimos los ejes visuales hacia un objeto, acomodamos también los lentes oculares para la distancia correspondiente. Esto lo hacemos subconsciente o automáticamente, sin algún esfuerzo. Las diferentes reacciones de los músculos, envueltos en este acto, están *acoplados*, de modo que a la acomodación para una cierta distancia D corresponde un ángulo de convergencia γ , bien definido y directamente relacionado con la distancia D . Esta relación entre convergencia y acomodación, presentada gráficamente en la Fig. 4, está regida por la ecuación:

$$\tan \frac{1}{2} \gamma = \frac{1/2 E}{D} \quad 1)$$

en la cual D es la distancia entre objeto y ojos, E la separación de los ojos.

Así, cuando miramos con los ojos de una manera tal que la relación de D , E y γ esté de acuerdo con la ecuación 1) tenemos la sensación que observamos "confortablemente", "fácilmente", "normalmente" y "sin esfuerzo".

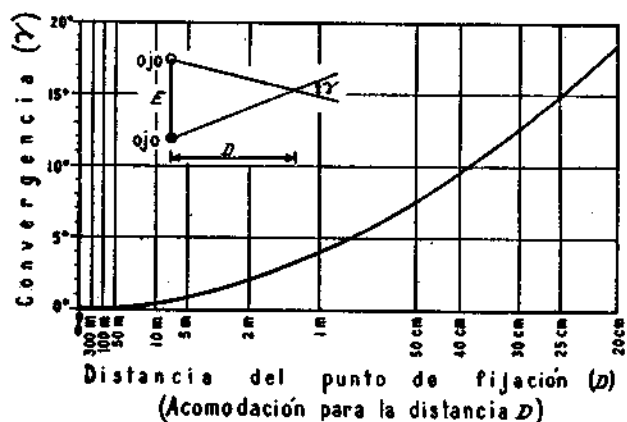


Fig. 4.—Relación entre acomodación y convergencia (γ).

Esta es la manera como vemos normalmente en la vida diaria. Si utilizamos ciertos instrumentos podemos apartarnos de la vista normal, es decir, de la ecuación 1), y éste es, especialmente, el caso cuando examinamos un par de estereogramas.

Si nos desviamos de esta regla, p. e., si observando introducimos un ángulo de convergencia γ , que no pertenece a la acomodación correspondiente de acuerdo con la ecuación 1), tenemos la sensación de que miramos forzada y no naturalmente, lo que

causa una fatiga extraordinaria ya después de un corto tiempo. Esto por ejemplo sucede cuando estudiamos un par de fotografías estereoscópicas con los ojos desnudos.

Ahora llevemos a cabo los siguientes *experimentos adicionales con la moneda y el estereoscopio de bolsillo*:

1. Ponga las patas del estereoscopio como se muestra en la Fig. 5a.
2. Ponga una moneda debajo del ojo izquierdo y marque su margen izquierdo en el papel bajo el ojo derecho.
3. Mida la distancia entre esta marca y la margen izquierda de la moneda, la cual el S_1 .
4. Ponga las patas en la posición de la figura 5b y marque nuevamente el sitio que corresponde al lado izquierdo de la moneda.
5. Mida nuevamente la distancia entre el margen izquierdo de la moneda y la segunda marca, la cual será llamada S_2 .

Se encontrará ahora que S_1 es más largo que S_2 .

La explicación de esta diferencia no es difícil después de nuestras deducciones previas en relación con la visión normal binocular. Los estereoscopios de bolsillo están contruídos generalmente en una forma tal que la distancia entre los lentes y la superficie de la mesa sea aproximadamente igual a la distancia focal del sistema óptico cuando es usado

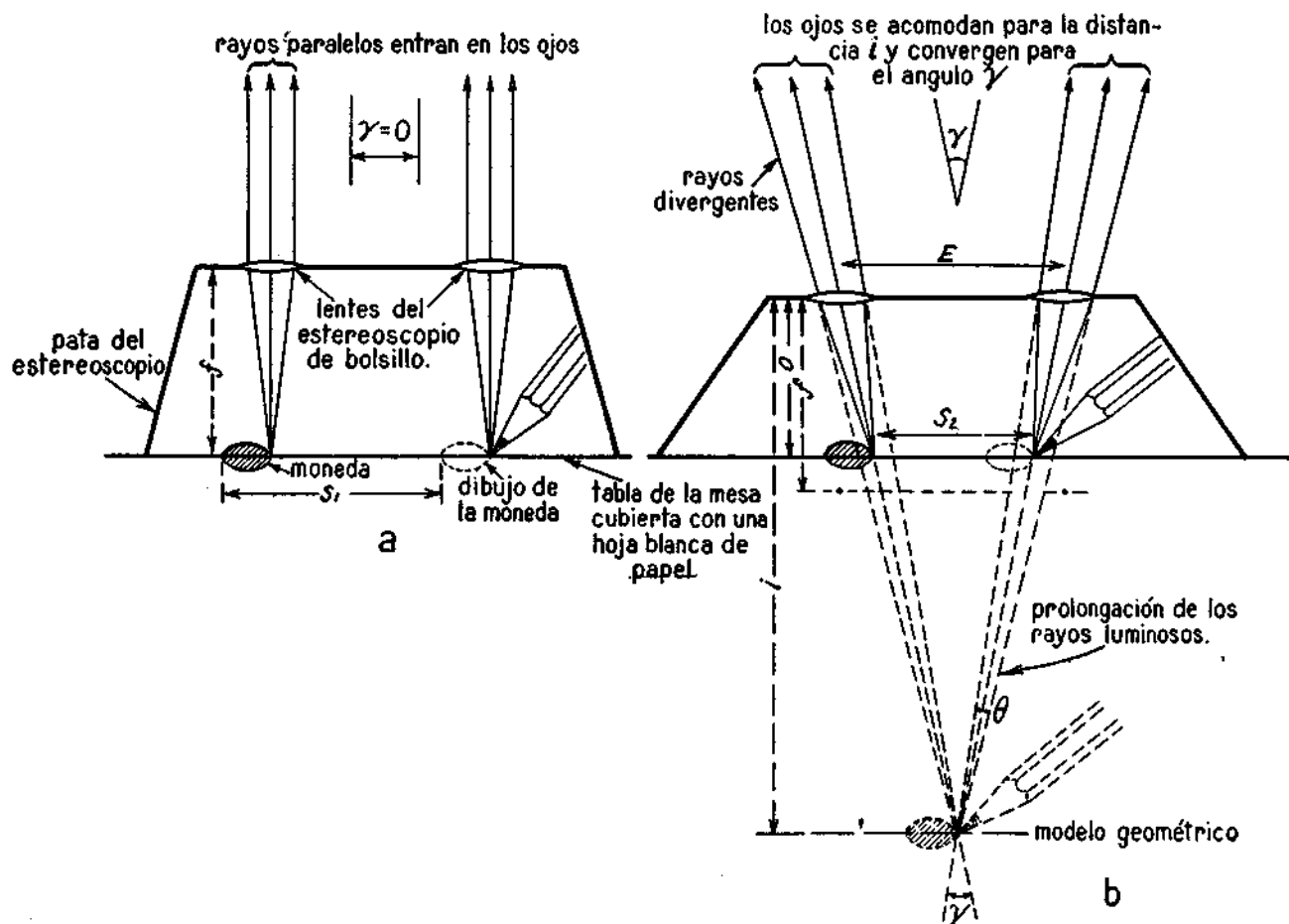


Fig. 5.—Experimento adicional con el estereoscopio de bolsillo y la moneda.

como se indica en la figura 5a. Los rayos divergentes que cada punto material de la moneda (o la punta del lápiz) emite, son transformados por los lentes del estereoscopio en rayos paralelos que entran a nuestros ojos. Estos se acomodarán para el infinito, y los ejes de los ojos serán mantenidos paralelos en forma correspondiente a este estado de acomodación según la ecuación 1). La distancia S_1 de un modo general será igual a la base visual E .

En el segundo caso tanto la moneda como el lápiz están separados de los lentes del estereoscopio por una distancia que es menor que la distancia focal (f) de los lentes. De acuerdo con las bien conocidas leyes de la óptica, entrarán a los ojos rayos divergentes que parecen venir un punto situado entre el infinito y f (distancia i de la imagen virtual).

Los ojos se acomodarán ahora para esta distancia y los ejes de los ojos convergirán formando el ángulo correspondiente. Como resultado, la distancia S_2 será más corta que S_1 .

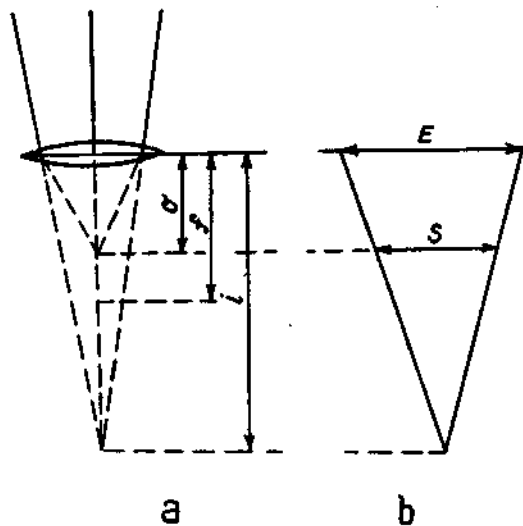


Fig. 6

Esta distancia S de separación puede ser determinada matemáticamente. De acuerdo con la ecuación para lentes delgadas, tenemos (Fig. 6a.):

$$\frac{1}{i} - \frac{1}{o} = \frac{1}{f} \quad \text{de donde} \quad i = \frac{of}{f-o} \quad 2)$$

en la cual i es la distancia de la imagen virtual, o la distancia del objeto, tomadas ambas positivamente si ellas se miden debajo de las lentes del estereoscopio en dirección a la mesa; f (la distancia focal de las lentes) es tomada positiva para las lentes positivas que se usan en los estereoscopios. Los ejes de los ojos se dirigen a un punto a la distancia i , donde se encuentra la imagen virtual de los lentes. Así, de acuerdo con la Fig. 6b, podemos deducir por similitud de triángulos:

$$\frac{E}{S} = \frac{i-o}{i}$$

o sustituyendo para i el valor obtenido en 2)

$$S = \frac{o}{i} \cdot E \quad 3)$$

Podemos comprobar en una forma práctica con cuanta aproximación la visión binocular sigue la ecuación 3). Con este propósito usamos un estereoscopio de lentes Abrams que permite separar o juntar los lentes. La moneda fue puesta bajo el estereoscopio sobre pequeños tacos de madera de diferentes espesores para cambiar la distancia (o) entre el objeto y los lentes. La separación S fue medida varias veces para la misma distancia (o) del objeto. Estas lecturas se dividieron por la base ocular (E), y los valores de la separación S , expresados de esta manera en porcentajes de la base E , se colocaron en el gráfico de la Fig. 7 (puntos gruesos).

La línea gruesa y continua representa la ecuación 3) incluyendo las correcciones 1 y 2 que se explican en seguida. Es decir, que la línea indica qué valores de la separación S corresponderían a las distancias i si la relación entre convergencia y acomodación fuera completamente invariable y rígidamente determinada por la ecuación 3). Las mencionadas correcciones aplicadas a la ecuación 3) son las siguientes:

1. Cuando el ángulo de convergencia se agranda, la base visual E debe reducirse. Como los globos de los ojos tienen un diámetro medio de 24 mm, la distancia efectiva entre las pupilas no será la misma para diferentes ángulos, ya que las pupilas rotarán alrededor de estas esferas.

2. Las pupilas están un poco separadas de los lentes del estereoscopio. La distancia entre la imagen virtual y el ojo es ligeramente más grande que i en la Fig. 6.

Es importante que solamente las partes centrales de las lentes sean usadas, porque mirando por los márgenes de las lentes, los rayos luminosos serán desviados (refractados) como en un prisma. (Para este efecto, vea la Fig. 10, página 528, estereoscopio de lentes, en la segunda edición del "Manual of Photogrammetry"⁶). Por consiguiente, la separación de las lentes debe ser cambiada de acuerdo con los hechos expuestos bajo los numerales 1 y 2.

La Fig. 7 muestra que aunque los datos obtenidos se desvían considerablemente de los valores teóricos, en las observaciones hay una tendencia general para seguir la ecuación 3).

(6) Las leyes que gobiernan la óptica de las lentes nos enseñan que rayos luminosos convergentes que vienen de un punto, situado a una distancia aproximadamente igual a la distancia focal de las lentes, emergen paralelamente (vea la Fig. 5a). La separación adicional de las fotografías, causada por el efecto de la refracción de las lentes como en un prisma, puede como máximo corresponder al diámetro de la lente. Este fenómeno contribuye a una separación adicional de las copias, si las partes marginales de la lente, muy cerca a la nariz, son usadas. No ocurren desplazamientos por refracción prismática si solamente utilizamos la parte central de las lentes, y el desplazamiento óptico reduce la separación si miramos por las partes marginales de las lentes al extremo derecho e izquierdo del estereoscopio. Las ventajas de una separación adicional por la refracción del prisma, como regla, puede ser obtenida solamente con estereoscopios que tienen lentes ajustables.

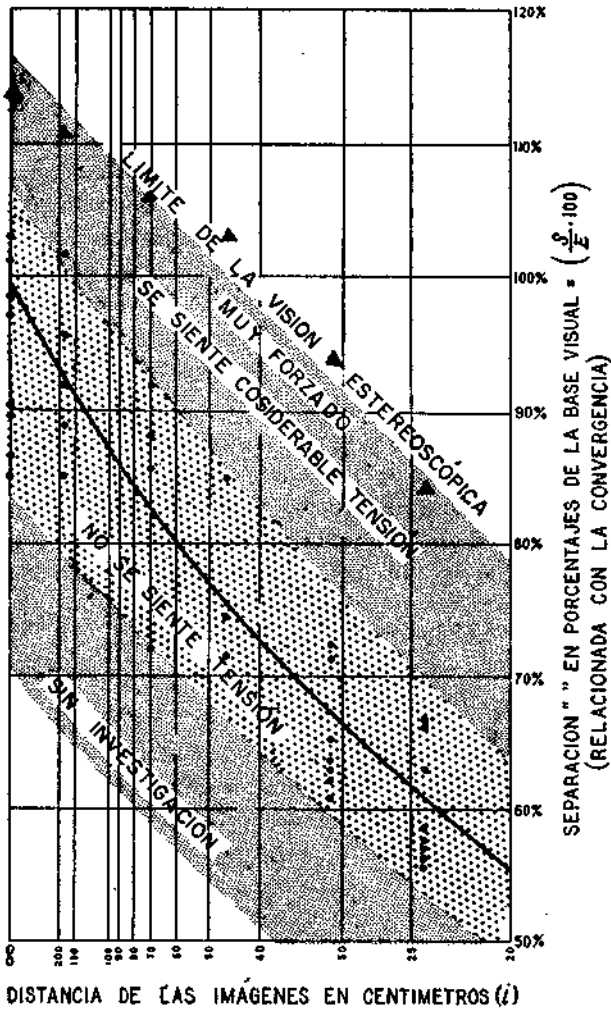


Fig. 7.—Gráfico de los resultados de los experimentos adicionales y complementarios con la moneda y el estereoscopio de bolsillo. Muestran que la convergencia y la acomodación están acopladas pero muy flojamente. Ejemplo: cuando los ojos se acomodan para 70 cm. la convergencia, lo mismo que la separación relacionada (S, vea las figuras 5b y 6) puede variar desde 72% a 92% de la base visual sin violentar mucho los ojos. La estereoscopia es perdida si la separación se aumenta hasta el 106% de la base visual. También podríamos leer el gráfico de otra manera: Los ojos pueden variar de acomodación para distancias entre 25 y 60 cm. sin forzar la vista cuando la convergencia se mantiene a 70% de la base visual. En este gráfico el ángulo de convergencia no se puede leer en grados.

La relación entre convergencia (γ) y acomodación, como está expresado por el gráfico de la Fig. 4, parece existir aun cuando la conexión no es muy rígida.

Este no es un nuevo descubrimiento, ya que varios investigadores han llegado a las mismas conclusiones, aun cuando suponemos que siguieron diferentes vías. Estamos de acuerdo con las conclusiones de von Tschermak-Seysenegg (pág. 174) quien resume el fenómeno en la siguiente forma: "para cada estado de convergencia existe cierto campo de posibilidades de acomodación, y para cada estado de acomodación podemos variar el ángulo de convergencia dentro de ciertos límites. La conexión entre los dos fenómenos varía individualmente y cambia con la edad".

Completaremos nuestro experimento en la siguiente forma: en vez de usar una moneda bajo un ojo y un lápiz bajo el otro hagamos dos recortes de un par de fotografías aéreas estereoscópicas. Separemos en lo posible esos fragmentos que deben mostrar los mismos detalles.

Observaremos que podemos separar los recortes de las fotografías mucho más de lo que se pudieron separar la moneda y el lápiz. La imagen estereoscópica que vemos ahora es significativa y la concentración en ella, nos capacita para conseguir una separación considerablemente más grande que la distancia interpupilar. Las máximas separaciones obtenidas en este experimento complementario fueron dibujadas como triángulos en la Fig. 7; en el gráfico ellos definen la línea "límite de visión estereoscópica". Notaremos que una separación extrema, aparte de la tensión que sufren los ojos ya no nos permite observar los detalles con claridad. Nos hemos separado mucho de la relación de convergencia (γ) y acomodación expresada por el gráfico 4 y no podemos mantener esta convergencia (más apropiadamente: divergencia; γ tiene aquí un valor negativo) y acomodar apropiadamente al mismo tiempo. Este experimento prueba nuevamente que estos dos fenómenos no son independientes, sino que debe existir cierta asociación entre ellos.

IV—LA CONFUSION QUE CONCIERNE A LA IMAGEN TRANSMITIDA Y EL ESTEREO-MODELO CON LA VISION ESTRABICA.

Uno de los experimentos de von Frijtag Drabbe consiste en sostener dos fósforos o lápices I y D (ver la Fig. 8a.), digamos a una distancia igual a la del brazo extendido, frente a los ojos, con una separación aproximadamente igual a la base visual. Al fijar la vista en algo bastante retirado, los dos ojos verán cuatro imágenes, numeradas 1-4 en la Fig. 8a. La imagen número 1 es, de acuerdo con v. F. D., la imagen transmitida del ojo derecho al izquierdo y la número 4 la imagen transmitida del ojo izquierdo al derecho, mientras las imágenes números 2 y 3 pueden ser fundidas en una imagen que es la imagen estereoscópica.

Imaginémonos ahora algún plano de referencia (Pl. R., una pared por ejemplo) detrás de los fósforos marcados I (izquierdo) y D (derecho) en la Fig. 8b. y proyectemos el ojo izquierdo (i) y el derecho (d) sobre el plano de referencia. Id es la proyección del fósforo izquierdo (o lápiz) desde el ojo derecho, Id la proyección del fósforo izquierdo (o lápiz) desde el ojo izquierdo, etc. Vemos en la Fig. 8b, que todas las cuatro imágenes (Id, Ii, Dd y Di) son "reales" y que nada es "transmitido" de un ojo al otro.

Si ponemos una estereo-cámara en la posición de nuestros ojos, y tomamos fotografías estereoscópi-

cas de los dos fósforos, también tendremos cuatro imágenes de fósforos; dos tomadas en la película con la lente izquierda y dos con la lente derecha.

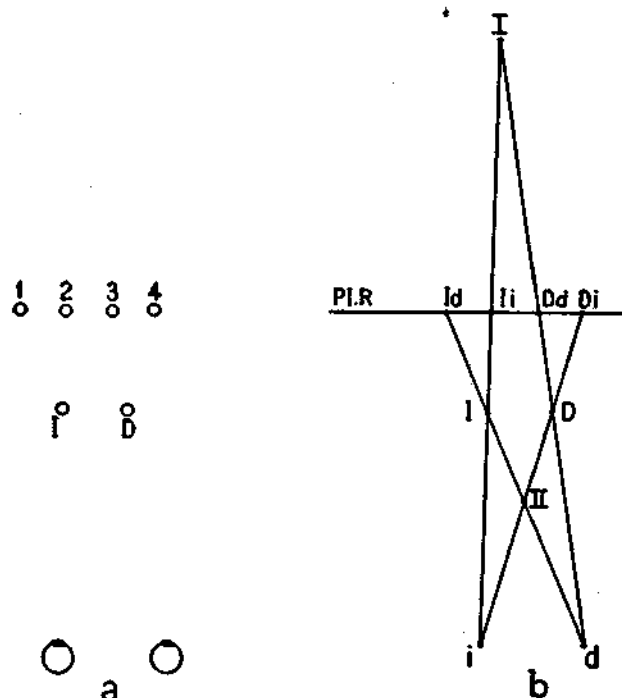


Fig. 8.—Análisis del "experimento de los fósforos" de von Frijtag Drabbe.

Las 4 imágenes Ii, Dd, Id y Di pueden ser fundidas por parejas, como está indicado por las líneas que se intersectan en los números romanos I y II. I representa la fusión normalmente practicada por los fotointérpretes cuando examinan un estereopar sin instrumento. La fusión II es menos usada por lo general. Podemos suponer que todo intérprete está familiarizado con la imagen estereoscópica convencional que se obtiene por la fusión de Ii-Dd, pero tal vez no es superfluo dar algunas indicaciones de cómo obtener una fusión por intermedio de Id y Di. Proponemos los siguientes pasos:

1) Tome un par de fotografías estereoscópicas, preferiblemente un juego que tenga una clara característica topográfica en común, por ejemplo un estanque y ponga esas fotografías en una mesa baja, aproximadamente a 50 cm. de los ojos. Se recomienda cortar aquellas partes de las fotografías que están fuera del recubrimiento del par estereoscópico, por que introducen molestias innecesarias al lector que ejecuta esta fusión por primera vez.

2) Ponga la fotografía que debería ser puesta al lado derecho para la visión normal estereoscópica, al lado izquierdo, de acuerdo con la Fig. 8b. (Fotografías en posición cruzada).

3) Sostenga un lápiz en la mano derecha más o menos en la mitad de la distancia entre los ojos y la mesa y mire verticalmente en dirección a la mesa.

4) Cierre el ojo izquierdo y mueva la fotografía que está debajo del ojo cerrado en una forma tal que el estanque sea visto bajo la punta del lápiz (en otras palabras: el ojo derecho, la punta del lápiz y el estanque deben estar en una línea recta). Abra el ojo izquierdo y cierre el derecho trasladando

después la fotografía que está debajo del ojo derecho hasta que el estanque parezca estar debajo del lápiz (alinee el ojo izquierdo, la punta del lápiz y el estanque).

5) Repita este procedimiento varias veces, manteniendo el lápiz y la cabeza sin moverlos hasta que las fotografías estén propiamente alineadas. (Los puntos centrales de las fotografías deben estar paralelos con la base visual).

6) Abra ahora ambos ojos al mismo tiempo; las dos imágenes del estanque en cada fotografía serán entonces fundidas y si la atención es cambiada de la punta del lápiz a las fotografías se verá entonces un modelo estereoscópico muy claro aproximadamente a la mitad de la distancia de la mesa a los ojos, aparentemente en el sitio donde el lápiz está sostenido. Este parece estar tocando el estereomodelo.

Podemos designar el modelo así obtenido aproximadamente en II como "estereomodelo con los ejes de los ojos cruzados" o "estereomodelo con visión estrábica".

De la Fig. 9, que es una ilustración de visión estereoscópica con los ejes de los ojos cruzados, podemos deducir por triángulos similares que:

$$\frac{E}{S} = \frac{m}{D-m} \quad \text{o} \quad m = \frac{E}{S+E} \cdot D \quad 4)$$

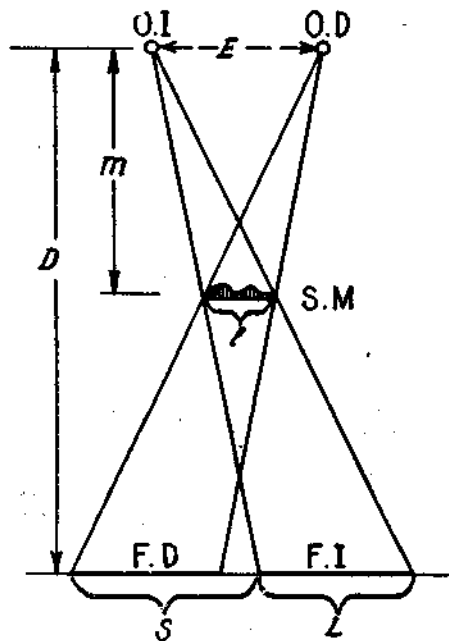


Fig. 9.—Diagrama de la visión estereoscópica de un par de fotografías con los ejes de los ojos cruzados. Abreviaturas:

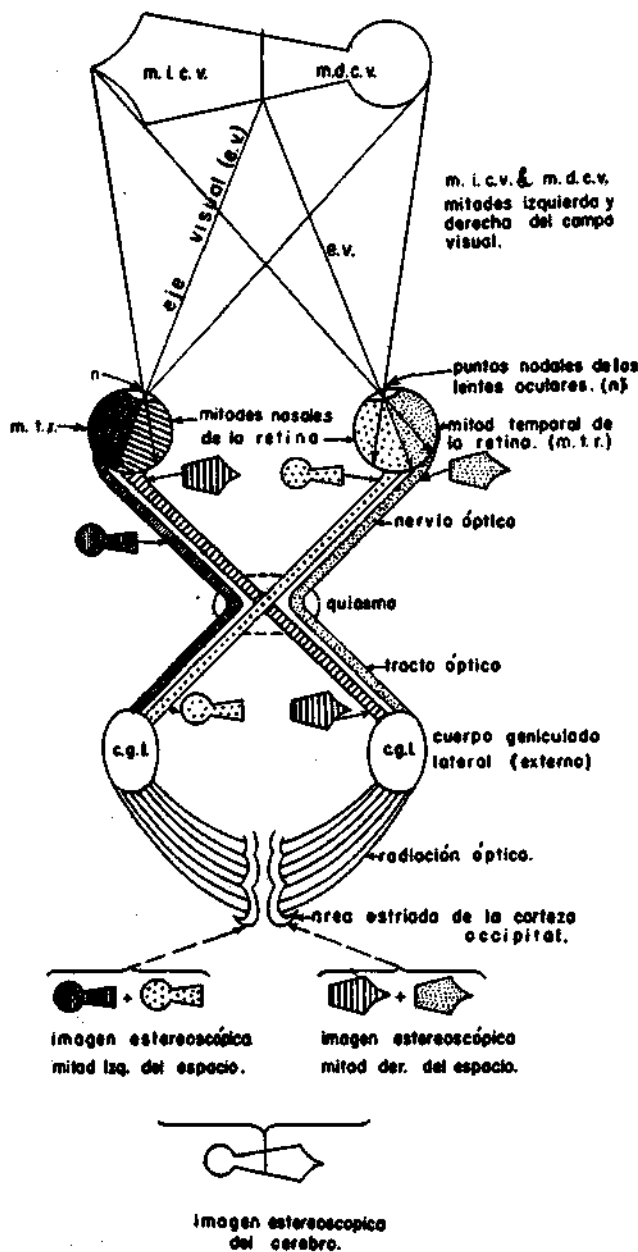
- O. I. y O. D., Ojo izquierdo y derecho.
- F. D. y F. I., Fotografías derecha e izquierda.
- S. M., Estereomodelo.
- I., Longitud del estereomodelo.
- L., Longitud de la parte correspondiente en la fotografía.
- S., Separación de las fotografías.
- m., Distancia de los ojos al estereomodelo geométrico.
- D., Distancia de los ojos a la mesa.
- E., Base visual o distancia interpupilar.

Esta ecuación 4) puede ser comprobada experimentalmente ya que el estereomodelo está al alcance y puede ser tocado por el lápiz. Si medimos las distancias D , S y m veremos que están de acuerdo con la ecuación 4). Sin embargo, esto no significa que veamos al estereomodelo a la distancia m , como lo supone la tesis de Wheatstone. Principios fisiológicos que serán descritos más adelante, mostrarán que esta tesis no es correcta en este caso y que nosotros no vemos o proyectamos el modelo a m . A primera vista todo esto parecerá más bien confuso ya que aparentemente hay contradicción. Este caso será aclarado en la Sección X.

V.—CONSECUENCIAS DE LAS DISPOSICIONES ANATOMICAS DE NUESTROS OJOS Y CEREBRO

El cruce de las fibras nerviosas

Cada retina (Fig. 10) está dividida por un plano vertical, que pasa por la fovea, en dos mitades:



un hemisferio nasal y otro temporal. Las fibras nerviosas que salen de los hemisferios nasales, se cruzan en el quiasma en forma tal que "las impresiones nerviosas" que resultan de aquella parte de la imagen que cae en la mitad nasal del ojo derecho, son conducidas a través del centro primario de visión (cuerpo geniculado izquierdo) hacia la mitad izquierda de nuestro centro de visión (corteza occipital) junto con las impresiones nerviosas de la mitad temporal de la retina del ojo izquierdo. Las impresiones nerviosas del hemisferio nasal del ojo izquierdo y las mismas del hemisferio temporal del ojo derecho son similarmente conducidas a la mitad derecha de la corteza occipital⁷.

Así la fusión estereoscópica de las imágenes de la mitad izquierda del campo de visión, se realiza en la mitad derecha de la corteza y viceversa. La fusión estereoscópica de detalles inmediatamente adelante o atrás del punto de fijación, se efectúa entre las dos mitades de la corteza (el caso de los puntos A y B de Fig. 11a, vea más adelante). Esta peculiaridad puede ser responsable de la grande agudeza de la visión estereoscópica cerca al punto de fijación. Parece obvio que, aparte de lo que acabamos de mencionar, esta curiosa estructura anatómica no tiene influencia particular sobre la estereovisión y es claro que no admite la posibilidad de explicar el estereoscopismo con imágenes transmitidas, como lo quisiera von Frijtag Drabbe.

Correspondencia y no correspondencia de los puntos retinales

Y no sólo que se proyectan las mitades correspondientes de las retinas en la misma mitad del centro cerebral para visión, sino que ha sido comprobado que cada área de la retina (conos de la fovea o grupos de conos fuera de la fovea unidos por un nervio común) tiene una conexión definida con cierta parte del cerebro. Hay, por decirlo así, una proyección de punto por punto de las retinas al área estriada de la corteza occipital. Esos conos de la fovea o grupos de conos fuera de la fovea que están conectados (por dos fibras nerviosas de los ojos izquierdo y derecho) con la misma célula en el centro cerebral para la visión, son los puntos retinales correspondientes. Las fracciones de imágenes de cada par correspondiente de estos puntos son conducidas —proyectadas o sobrepuestas— a la misma célula cerebral.

Un objeto que forma imágenes en puntos retinales correspondientes es observado como un objeto simple. Doble vista o diplopia ocurre si las imágenes del objeto son proyectadas en puntos retinales no correspondientes o dispares, porque las impre-

(7) Algunos autores (Wilbrand, Sanger) han supuesto que el área foveal de la retina tiene una doble representación en la corteza occipital, es decir, que las impresiones de la fovea del ojo derecho deben ser conducidas a ambas mitades del centro cerebral para visión. Sin embargo, ha sido probado (especialmente por von Zsily, vea a von Tchernak - S., p. 179) que éste no es el caso.

Fig. 10.—Diagrama del cruce de los nervios ópticos en el quiasma.

siones nerviosas resultantes son conducidas a diferentes células del cerebro.

Si dirigimos nuestra atención al un punto P (Fig. 11a), acomodamos y convergimos correspondientemente de acuerdo con la localización en el espacio de P; una imagen clara de P será entonces formada en la parte central de la fovea de cada ojo y una síntesis de ambas imágenes, exteriorizada por proyección mental, será identificada por la mente con el punto P. Otros puntos como D, G y F, que están en el llamado horóptero (un círculo a través del punto de fijación P y los puntos nodales de los ojos) también son observados como objetos simples. Puntos fuera o dentro del horóptero tales como A, B y C, son sin embargo vistos como dobles imágenes, al menos mientras nuestra fijación es mantenida en el punto P. Como los centros de las foveas son puntos correspondientes, el horóptero circular indica que todos los puntos retinales correspondientes ocurren a la misma distancia angular de las foveas (ángulos P'E'D', PE'D, PE''D y P''E'D" en la Fig. 11a son iguales). Como consecuencia los puntos correspondientes de la retina coincidirían si las retinas del ojo izquierdo y derecho pudieran ser puestas una sobre la otra con las foveas casadas⁸.

Las imágenes D', F', G' y D'', F'', G'', corresponderán por pares (Fig. 11c). Este no será el caso para las imágenes A', B', C' y A'', B'', C'', relacionada con los puntos A, B, C, que no están en el horóptero (Fig. 11e).

Las imágenes que vienen de ambos ojos son relacionadas por la mente, en el mismo instante de la observación, a un sistema egocéntrico del espacio, con el origen de las coordenadas en algún lugar intermedio entre los ojos. A este respecto, ambos ojos trabajan en conjunto como un solo órgano y pueden ser substituídos —para una mejor comprensión— por un ojo ciclópeo o mental (Em en la Fig. 11f) en medio de la frente que representa también el centro del sistema egocéntrico espacial.

Podemos imaginar las retinas de cada ojo transformadas en el ojo mental, después de hacerlas girar la mitad del ángulo de convergencia y en forma tal que los puntos retinales correspondientes coincidan. De esta manera van a coincidir también ambos ejes visuales⁹ formando una sola dirección hacia el punto P que estamos fijando con los ojos. Como las imágenes de las retinas están relacionadas por la mente con objetos del mundo exterior, proyec-

tamos también las imágenes del ojo mental hacia el exterior (Fig. 11f).

Para los puntos P, D, F y G, del horóptero de la Fig. 11a, los cuales forman imágenes en los conos correspondientes de la retina, encontramos direcciones comunes Em-D, Em-F, etc. en el espacio mental.

Tienen diferentes direcciones desde el ojo ciclópeo los puntos afuera o dentro del horóptero, que forman imágenes en conos dispares de la retina. (Direcciones Em-A', Em-A'', etc., en la Fig. 11f).

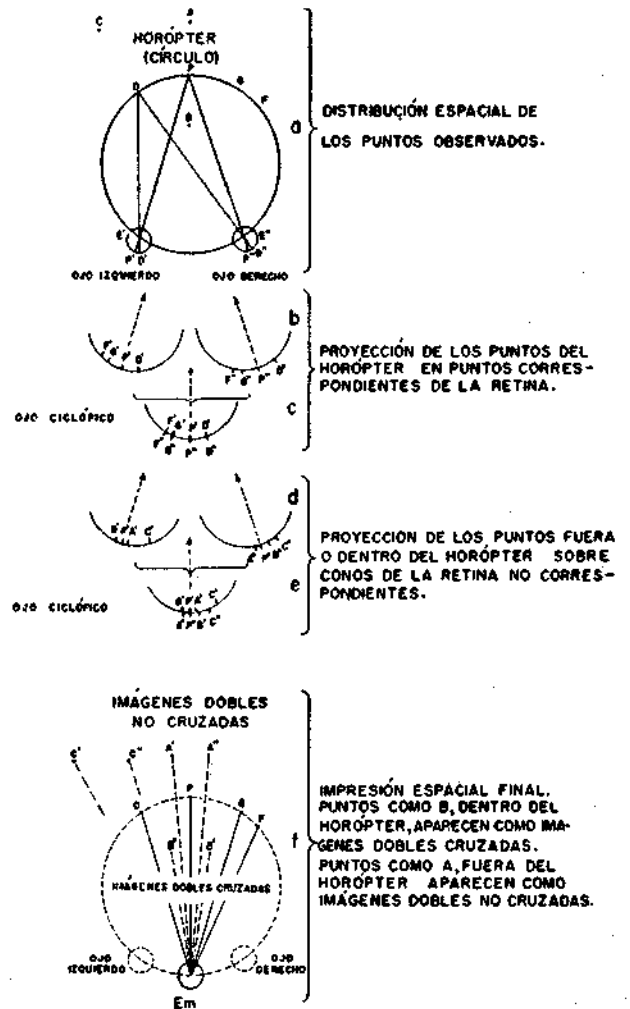


Fig. 11.—Explicación de las imágenes dobles mediante el concepto de los puntos retinales correspondientes.

El punto B dentro del horóptero es en esta forma experimentado como una imagen doble: B", visto frente al ojo izquierdo, es la imagen proyectada desde el ojo derecho hacia afuera, y B', percibido frente al ojo derecho, es la imagen proyectada del ojo izquierdo hacia afuera. Así, B", que corresponde a una imagen del ojo derecho desaparece cuando cerramos este ojo, de igual manera que B' se desvanece si cerramos el ojo izquierdo. Tenemos así una explicación para el experimento No. 3 de von Frijtag Drabbe y podemos comprender que la imagen de un ojo no es "transmitida a" ni "observada por" el otro ojo.

El fenómeno de las imágenes dobles no tiene nada que ver, como podemos observarlo ahora, con el ex-

(8) La situación en realidad es más complicada. El horóptero circular es una aproximación y por consiguiente puede ser llamada horóptero teórico. Los sitios donde los objetos no se ven dobles —para cierto punto de fijeza— se pueden también determinar experimentalmente. Constituyen entonces el horóptero empírico; es una línea de menor curvatura que un círculo. El horóptero, sin embargo, se extiende además en la dirección vertical hacia arriba y hacia abajo, así que podemos comparar el horóptero espacial con la superficie de un cilindro.

(9) El eje visual es la línea que une el punto nodal de la lente ocular con el centro de la fovea. Forma un ángulo de 3° a 7° con el eje óptico. Vea la Fig. 1, pág. 639, número 4, vol. XV, de "Photogrammetric Engineering".

perimento número 4 (estereoscopio y moneda). En este experimento, un detalle atentamente observado de la moneda proyectará su imagen en la parte central de la fóvea del ojo izquierdo y la imagen estimulará partes completamente definidas del centro cerebral para la visión. La punta del lápiz tiene que estar puesta en un sitio tal que forme una imagen en la parte correspondiente de la fóvea del ojo derecho, así que semejantes secciones cerebrales del centro de la vista pueden ser estimuladas.

Hay, sin embargo, muchas soluciones para lograr esto, de acuerdo con la localización del punto P en que hayamos fijado la mirada. Cuando la moneda y el lápiz están en el plano focal de los lentes del estereoscopio, los ojos se acomodarán para una distancia infinita y los ejes de los ojos se mantendrán paralelos, de acuerdo con este estado de acomodación. El lápiz y la moneda estarán entonces separados por una distancia E, igual a la base visual, por lo menos si continuamos mirando por la parte central de las lentes del estereoscopio.

Los experimentos en la Sección III, resumidos en la Fig. 7, prueban, sin embargo, que el acoplamiento de acomodación y convergencia no es muy rígido. Los ejes de los ojos pueden oscilar durante el proceso de dibujo desde una posición paralela hasta una pequeña convergencia o divergencia. Para mantener las imágenes de la punta del lápiz y los detalles de la moneda en puntos correspondientes de la retina, aumentaremos o disminuirémos, según corresponda, la separación entre el lápiz y la moneda. La consecuencia es que dibujaremos la circunferencia de la moneda como un óvalo o que no volveremos al mismo lugar donde comenzamos cuando se ha seguido toda la periferia con el lápiz. Por estas razones, la reproducción exacta de la moneda no será tan fácil como parece a primera vista.

De la figura 11 podemos aprender además que los puntos materiales dentro del horóptero se ven como imágenes dobles cruzadas, mientras que los puntos fuera del horóptero aparecen dobles pero no cruzados como fue notado también por von Frijtag Drabbe. La separación de las imágenes dobles es proporcional a la distancia de los puntos materiales desde el horóptero, esto es, las imágenes dobles B' y B'' pueden ser unidas cuando el punto P en donde fijamos la mirada es desplazado a B.

La ley de los puntos retinales correspondientes, no es sin embargo muy estricta. La mente puede, según parece, no sólo fundir fracciones de las imágenes que están superpuestas en las mismas células cerebrales sino que también es capaz de combinar fracciones de imágenes en las cercanías de ellas. O refiriéndonos a las imágenes retinales, también podemos decir: una imagen proyectada en un cono D' del ojo izquierdo no sólo puede hacerse fundir con el cono correspondiente D'' del ojo derecho sino también con otros conos individuales en la inmediata vecindad de D'', es decir con los que ocupan una pequeña área alrededor de D'' (la llamada *área de Panum*). Esta área tiene un diámetro aproximado de 7 minutos de arco¹⁰, que corresponde a 7 conos, más o menos, en el área de la fóvea.

El fenómeno de Panum es aparentemente de fundamental importancia para la estereovisión, aun cuando el autor no ha encontrado esta conexión mencionada explícitamente en la literatura. El fenómeno prueba que ciertas relaciones pueden exis-

tir entre una cantidad limitada de conos *individuales no correspondientes*, aun cuando en un sentido restringido. Una instantánea impresión tridimensional es posible solamente si se logra la fusión de imágenes retinales entre ciertos límites de disparidad y cuando se puede interpretar mentalmente esta disparidad en su propia significación, que es: tridimensionalidad. Podemos dar la siguiente interpretación a las *áreas de Panum*: el punto A en la Fig. 11a. será visto en una unidad tridimensional con los puntos D, P, G y F sobre el horóptero si las disparidades de las imágenes de A sobre la retina (para este punto P de fijación de la mirada) están dentro de los límites de los círculos de Panum. La limitada disparidad dentro del área de Panum es interpretada por la mente como dimensionalidad, plasticidad o tercera dimensión. Llamaremos a esta actividad de la mente "*actividad de Panum*".

Así, en realidad, debemos añadir en cada lado del horóptero una zona de cierta profundidad, definida por los círculos de Panum, en la cual se hace posible la estereovisión por la actividad de Panum sin cambiar el punto de fijación de nuestra mirada.

Resumimos entonces: para los objetos cerca del horóptero, pero dentro de la zona mencionada, la magnitud de disparidad o no correspondencia es relativamente pequeña e interpretada como profundidad estereoscópica. Objetos, o partes de ellos, algo menos cercanos al horóptero pueden ser observados estereoscópicamente sólo cuando cambiamos el punto de fijación de la mirada que los traerá dentro o muy cerca, del nuevo horóptero.

Que el concepto de los puntos retinales correspondientes no es solamente una interpretación teórica sino que tiene un fundamento fisiológico real se comprueba por ejemplo en aquellos casos en que los músculos de un ojo son total o parcialmente paralizados o que por alguna circunstancia no funcionan correctamente. Doble vista o diplopía resulta cuando la imagen no se puede hacer caer en puntos correspondientes. Después de algún tiempo la imagen doble es cancelada, ya sea por un ignorar psíquico (supresión) de las impresiones del ojo defectuoso o por la reevaluación de los puntos retinales, formación de una nueva, pseudo fóvea o falsa mácula, es decir: la creación de una nueva correspondencia. En el primer caso, la vista estereoscópica queda perdida, pero en el segundo caso puede restaurarse nuevamente. En las personas nacidas con estrabismo, la reacción para eliminar doble vista ya tuvo lugar muy temprano en la vida. Pero, sin embargo, si una intervención quirúrgica se lleva a cabo para colocar el ojo defectuoso en su posición correcta, ocurrirá el fenómeno de diplopía, pero éste es generalmente temporal.

El efecto de diplopía puede ser experimentado moviendo el globo del ojo ligeramente fuera de la posición normal. Esto se puede conseguir presionando muy ligeramente con un dedo el párpado en su esquina exterior (temporal).

(10) Landois-Rosemann. La cifra de von Tschermak-Seysenegg de 7 grados de arco mencionada en la pág. 105, segunda edición, debe ser un error de imprenta.

AGUDEZA ESTEREOSCOPICA Y EL INFINITO FISIOLÓGICO

La estructura granular de nuestras retinas pone cierto límite a nuestra capacidad de percepción, de lo cual podemos darnos cuenta cuando trabajamos con el estereómetro o cuando miramos objetos muy alejados.

Para apreciar claramente la profundidad estereoscópica entre 2 puntos, por ejemplo: B y P en la Fig. 11a, se supone generalmente que sus imágenes deben caer en 2 conos separados, no conectados por un nervio común. Esto significa en nuestro ejemplo que las distancias B'-P' y B''-P'' en la figura 11d, deben, como un mínimo, ser iguales a la separación interconal en el área de la fovea. Si éste es el caso, el punto B debe ser visto estereoscópicamente en frente de P, pero de cualquier punto Q entre B y P no podemos determinar con certeza si cae tan lejos como B o como P o si está entre B y P.

Si suponemos que los ejes visuales de la Fig. 11a se giran hasta quedar paralelos, el punto P estará infinitamente alejado. La distancia del punto B, que forma un triángulo isósceles con los puntos nodales de los ojos, representará el infinito fisiológico para la visión estereoscópica, porque cualquier punto ligeramente más alejado parecerá tan lejano como el punto infinito P.

La distancia entre dos conos en la parte central de la fovea, es aproximadamente 4 micrones, la cual corresponde más o menos a un ángulo de un minuto. El infinito fisiológico basado en este ángulo puede ser determinado como 110 m.¹¹

Esto concierne solamente a la estereovisión primaria; otras características secundarias tales como la obstrucción del fondo por objetos más cercanos, propiedades de la perspectiva, etc., que sirven como medios adicionales para determinar las distancias relativas entre los objetos, es claro que son aún válidas para largas distancias.

Con relación a la acomodación del ojo, el infinito fisiológico es aún más cercano. Como la capa fotosensitiva de la fovea tiene un espesor de 0.06 mm. solamente¹², podemos determinar con la ecuación de los lentes, aplicada ya en la Sección III, que un objeto a una distancia de 6.7 m del ojo formará una imagen a 20.06 mm. del punto nodal del ojo reducido (teórico, medio o común) si los rayos del

(11) Un efecto estereoscópico aceptable se obtendrá tal vez cuando miramos a los puntos en una forma imperceptiblemente asimétrica, p. e., en forma tal que P y B estén en los ejes visuales del ojo derecho. Las imágenes P'' y B'' estimulan entonces el mismo cono, mientras B' y P' están separados por una distancia interconal. La zona de visión estereoscópica en este caso será extendida a 220 mts. Las personas con vista extremadamente buena (conos densamente distribuidos), pueden ver estereoscópicamente hasta 1.300 m. en óptimas condiciones (Von Tschermak-Seyse-negg, p. 124).

(12) Landois-Rosemann. Las células de los conos varían entre 28 a 85 micras en longitud, de acuerdo con Best y Taylor.

infinito forman una imagen a 20 mm. Podemos deducir, por consiguiente, que esos objetos que están desde 7 m. aproximadamente hasta el infinito se proyectarán claramente en la retina y que ninguna acomodación apreciable tendrá lugar para objetos que están más lejos de 7 m.

Concluyendo podemos decir que no existe un infinito geométrico (en el sentido Euclidiano) para el ojo humano, y que el infinito fisiológico se encuentra a una distancia relativamente corta.

VI—LA CORRELACION DE LAS IMPRESIONES VISUALES MENTALMENTE PROYECTADAS CON EL ESPACIO FISICO

Una clara distinción debe ser hecha entre el carácter tridimensional o "plástico" de una impresión visual y su localización en el espacio. El primer aspecto mencionado fue explicado por cierta magnitud de disparidad en las imágenes de la retina en combinación con la "actividad de Panum" de la mente. Necesitamos aún encontrar la razón por la cual esta impresión visual le confiere a un objeto su propio lugar en el espacio. En otras palabras: necesitamos saber en donde parece estar localizado el modelo estereoscópico, mentalmente proyectado hacia afuera.

Los objetos en los cuales nosotros fijamos nuestra atención siempre son proyectados en el mismo lugar de la retina, es decir, en la depresión foveal de la mácula y las estimulaciones producidas por las imágenes en las fibras nerviosas son siempre conducidas a las mismas células del centro cerebral para la visión, sea que estos objetos se encuentren muy cerca o muy alejados. En consecuencia no podemos atribuir un sentido telemétrico a las celdas individuales del cerebro. La reconstrucción de la percepción egocéntrica del espacio por medio del ojo ciclópeo en la figura 11f solamente explica en cuál dirección son percibidos los objetos, pero no nos da ninguna clave para encontrar la distancia. No es de extrañar que se haya conectado la sensación óptica para la distancia con la convergencia de los ejes oculares. Generalmente se supone que esta sensación es obtenida por una cierta tensión en los músculos¹³ que hacen girar los ojos hacia el punto de fijación ("recti interni") y ésta parece ser una base fisiológica para la visión estereoscópica. Esta sensación para la distancia tiene que depender probablemente de la sensación tensional de los músculos en el estado de contracción y no en

(13) Alguna comparación puede ser hecha con observaciones estereo-palpables, es decir, el reconocimiento tridimensional de la forma de los objetos por el tacto, por ejemplo con los dedos de la mano entera cuando los ojos están cerrados. Adicionalmente, las sensaciones musculares en los dedos, manos o brazos, son aquí de gran importancia. Podemos comprender después de un momento de reflexión que la interpretación de la forma de los objetos no puede depender solamente de la estimulación de los receptores cutáneos, sino también de la posición, distancia relativa, etc. de los dedos, es decir, que las sensaciones musculares son factores complementarios decisivos. M. Sahli, p. 139.

el estado de relajación como también lo cree von Tschermak-Seysenegg (op. cit. págs. 144-145). Conscientemente no percibimos la sensación muscular en sí misma, pero ella está subconsciente y directamente conectada con la localización en el espacio del objeto fijado.

Con relación a esta sensación, podemos tener principalmente dos opiniones. De acuerdo con la primera no habrá tensión muscular si suponemos que los músculos oculares (recti interni) están en estado de completo descanso teniendo paralelos los ejes visuales (Fig. 14, curva 1a). Y según la otra opinión podemos suponer que en este caso están en equilibrio, es decir, que la tensión de los músculos que hacen divergir los ojos ("recti externi") es igual a la tensión de los músculos que hacen converger los ojos ("recti interni"). La posible consecuencia de la segunda opinión sería entonces que la sensación muscular telemétrica pudiera extenderse a la visión divergente (Fig. 14, curva principal 1).

La tensión muscular es mayor para los puntos de fijación cercanos de acuerdo con el gran ángulo con que los ojos deben girarse fuera de su posición de descanso (o de equilibrio) y disminuye muy rápidamente cuando el punto de fijación se aleja: a 26 m. tendrá 1/100 del valor que tiene para la distancia normal de lectura (25 centímetros), si suponemos que la tensión muscular es proporcional al ángulo sobre el cual el ojo se ha girado.

Sin embargo, es claro que nuestra sensación de lejanía y cercanía no depende sólo de este principio, sino que es el resultado de varios factores determinantes.

A este respecto podemos presentar los siguientes principios:

PRINCIPIO 1.—*La sensación muscular que pertenece a la convergencia cuando se fija un objeto.* Esta sensación tiene una máxima intensidad a la distancia mínima de visión clara, pero se vuelve muy leve a una distancia relativamente corta. (30 a 100 m? Vea la Fig. 13).

Factores monoculares. Alguna estimación de la distancia puede ser obtenida en la visión monocular. Podemos distinguir dos principios diferentes:

PRINCIPIO 2a.—*La sensación muscular causada por la acomodación.* Para ver nitidamente objetos colocados a diferentes distancias de los ojos se requiere una reacción apropiada de los músculos de acomodación, y la sensación del esfuerzo correspondiente puede ser directamente relacionado con la distancia. La apreciación que se obtiene de este modo no es muy exacta y solamente es aplicable para objetos cercanos, como se infiere de los detalles explicados en el capítulo anterior (es decir no existe una acomodación perceptible para objetos a más de 7 m. de distancia). Ver figuras 12 y 13.

El principio 2a implica la posibilidad de que tengamos un sentir de la acomodación, comparable, en su valor telemétrico, al de la convergencia.

PRINCIPIO 2b.—*La experiencia con lupas.* La sensación de acomodación no puede ser el único medio monocular para la estimación de la distancia en el ojo humano. Esto puede ser fácilmente probado si observamos un objeto, por ejemplo nuestro dedo, a través de una lente de aumento. Es claro que el dedo aparecerá más grande, pero aparte de eso tendremos una impresión definida de su localización en el espacio. El hecho interesante es, que cuando estimamos la distancia del dedo a nuestro ojo como aparece bajo la lente de aumento, la distancia estimada resulta aproximadamente igual a la distancia real entre el dedo y el ojo. La manera adecuada de usar la lente de aumento es colocar el objeto en su plano focal, así que estén paralelos los rayos que salen de la lente y entran en el ojo. Este último se acomodará para el infinito de acuerdo con los rayos paralelos que recibe y los músculos

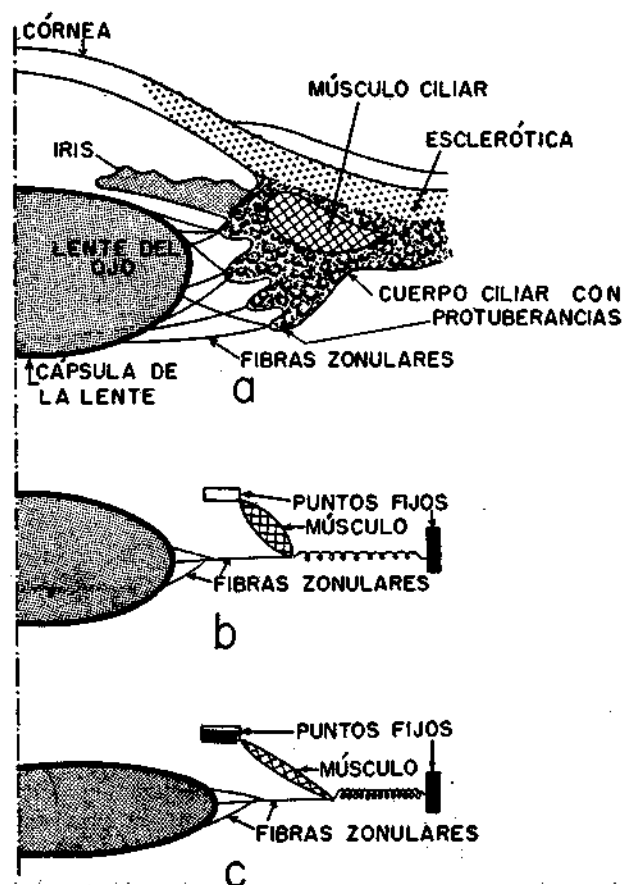
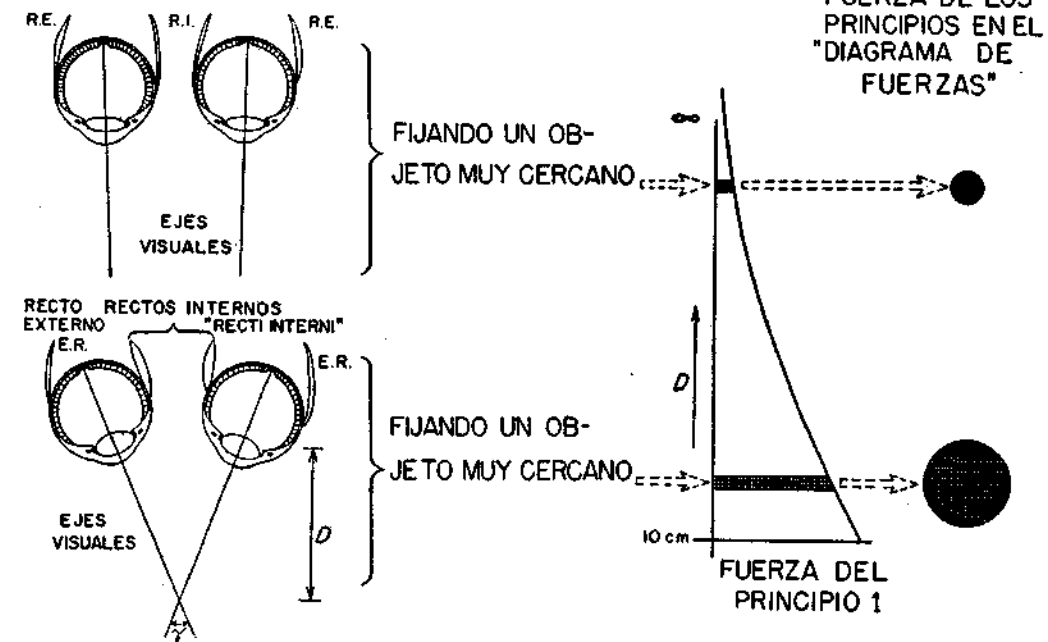


Fig. 12.—El mecanismo de acomodación. Una mitad de la sección a través del lente del ojo y de las regiones adyacentes. Para obtener una fotografía clara de un objetivo cercano, la cámara tiene que ser enfocada, es decir, el lente tiene que ser alejado de la película fotosensitiva. El ojo humano obtiene el mismo efecto por medios completamente diferentes: cambios en la forma del lente por la acomodación. El lente ocular está suspendido todo alrededor mediante fibras delgadas (fibras zonulares) adheridas a protuberancias del cuerpo ciliar.

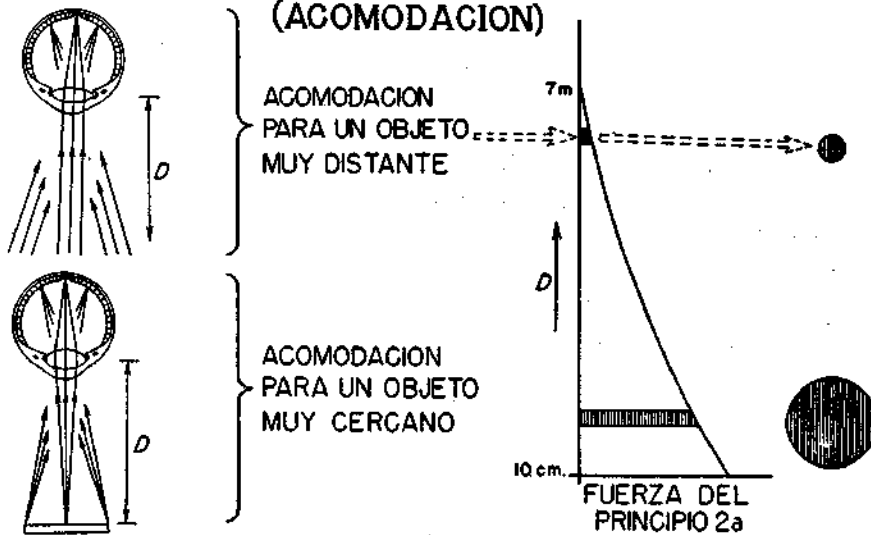
Para la visión cercana, el músculo ciliar, en forma de anillo, se contrae reduciendo el diámetro del anillo. El tejido elástico del cuerpo ciliar, representado por un resorte en b cede; las fibras zonulares son relajadas y el lente toma una forma más esférica por la elasticidad de la cápsula del lente. El poder refractivo del lente, entonces se ha incrementado. En la visión alejada fig. c) sucede lo contrario. La sensación muscular es entonces más fuerte para la visión de cerca, por la fuerte contracción del músculo ciliar.

Diagramas b) y c) de acuerdo con Best y Taylor.

PRINCIPIO BINOCULAR 1 (CONVERGENCIA)



PRINCIPIO MONOCULAR 2a (ACOMODACION)



PRINCIPIO MONOCULAR 2b (EXPERIENCIA DE LA LENTE DE AUMENTO)

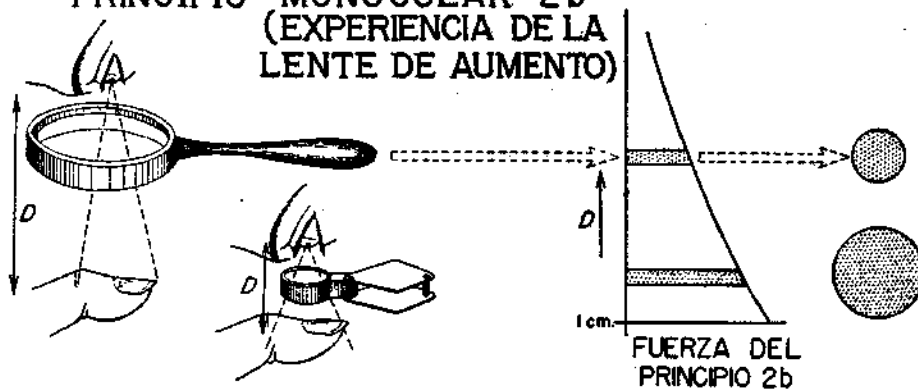


Fig. 13.—Diagrama para ilustrar las intensidades relativas de los principios 1, 2a y 2b para diferentes distancias. Su representación en los diagramas de fuerza, que se encuentran en las figuras 19 y 20.

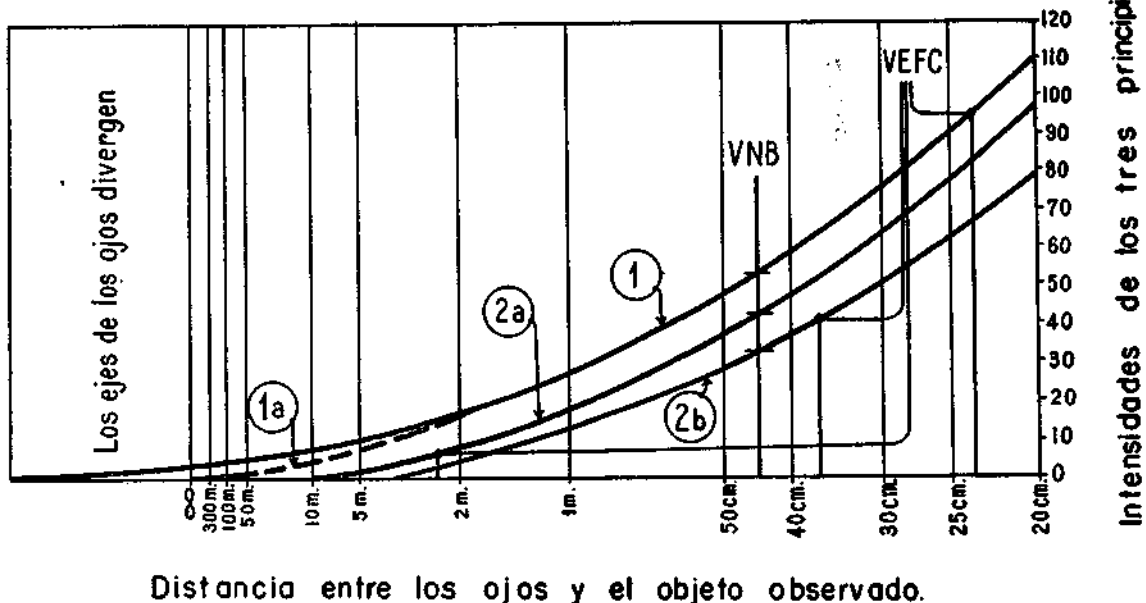


Fig. 14.—Probable variación con la distancia de los principios 1, 2a y 2b que localizan la imagen, mentalmente proyectada hacia afuera. Esta figura indica esquemáticamente cómo el autor piensa que estos principios funcionan.

VNB representa la situación de la visión natural binocular en un punto a 44 cm. de distancia. Los tres principios que determinan el lugar de la impresión visual, están todos en completa armonía y cada principio, por sí mismo, colocaría la imagen a 44 cm.

VEFC ilustra el caso 1 de la figura 20, visión estereoscópica fuertemente convergente con un estereoscopio de espejos. Los tres principios tienen ahora tendencias conflictivas: el principio 1 colocaría la imagen a 24 cm., los principios 2a y 2b a 3 m. y 38 cm., respectivamente. Las intensidades son, sin embargo, en el mismo orden; 95, 7 y 40 unidades y las influencias de estos principios sobre el sitio de impresión visual es proporcional a estos valores. La estereo-imagen será así localizada a 28 cm. a causa de la relativa fuerza del principio 1.

de acomodación permanecerán en estado de reposo. En vez de ver el dedo a gran distancia como deberíamos esperar según el Principio 2a, lo vemos colocado en el plano focal de la lente de aumento. Esto prueba que debe existir un medio monocular de estimación de distancias que es independiente del músculo de acomodación. El fenómeno es muy claro en sí mismo, pero el autor no ha encontrado ninguna referencia en la literatura¹⁴. Vea la Fig. 13.

PRINCIPIO 3.—Las imágenes dobles y la separación entre ellas influyen también en la estimación de la distancia del objeto fijado por nuestra mirada. La configuración de las imágenes dobles es completamente diferente si fijamos objetos lejanos o cercanos (vea Fig. 15). La separación de las imágenes dobles tiene una relación definitiva con la distancia entre los objetos y el punto de fijación. Aun cuando no nos demos cuenta de esas imágenes dobles en la vida diaria (a causa de la supresión psicológica) ellas permanecen presentes subconscientemente y contribuyen a nuestra estimación del espacio.

PRINCIPIO 4.—Factores secundarios no estereoscópicos como perspectiva, tamaño relativo, obstrucción del fondo (objetos cercanos que cubren partes de objetos más alejados) incremento de la bruma con la distancia, relación entre los objetos y sus sombras, etc. Estas características secunda-

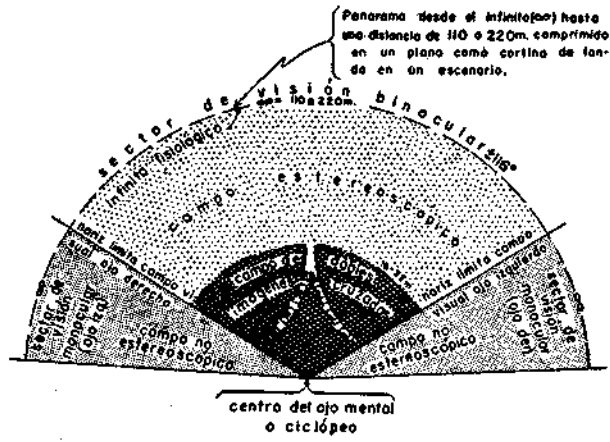


Fig. 15a. — Diagrama de la impresión del espacio cuando se fijan objetos infinitamente alejados.



Fig. 15b.—Diagrama de impresión del espacio cuando se fija un objeto a tres metros de distancia. L y R: representación esquemática de imágenes dobles que pertenecen al ojo izquierdo y derecho respectivamente.

(14) No tengo facilidades de consultar las obras apropiadas. Los lectores que estén en condiciones más favorables son invitados para aclarar este punto.

rias o empíricas están mencionadas en muchos libros, así que esta breve enumeración sea suficiente.

Los tres factores mencionados primero (1, 2a y 2b), son los principios fisiológicos reales de la estereoscopia; los otros (3 y 4) son pseudo estereoscópicos, es decir en realidad ellos son *deducciones* de la mente. Estas deducciones, o conclusiones, en general son formadas subconscientemente y en el mismo instante, basadas en experiencias previas o posiblemente en la intuición.

VII—LOCALIZACION ESPACIAL BAJO CONDICIONES NO NATURALES DE ESTEREOVISION SIN LENTES

Retornemos al examen estereoscópico de un par de fotografías sin usar lentes. Podemos descartar, por razones obvias, los Principios 3 y 4 del capítulo previo ya que son de muy pequeña o ninguna influencia, así que necesitamos considerar solamente el 1 y el 2. Ya sea que miremos con los ejes visuales cruzados o en la forma convencional, los ojos siempre tienen que acomodarse para la distancia entre los ojos y las fotografías (digamos 50 cm.). Los Principios 2a y 2b en este caso se apoyarán mutuamente. La convergencia, sin embargo, no estará de acuerdo con este estado de acomodación, porque tendremos que separar las fotografías por cierta distancia (*S*). Así los Principios 1 y 2 no estarán en perfecta armonía el uno con el otro.

Si damos a las fotografías una separación igual a la base visual y si las miramos en la forma convencional con los ejes visuales paralelos, entonces los músculos de convergencia ("recti interni") tratarán de convencernos que el estereomodelo está infinitamente alejado. Los músculos de acomodación, de acuerdo con el Principio 2b, sin embargo nos sugerirán, que el modelo está a 50 cm. de distancia y como resultado veremos el modelo entre el infinito y 50 cm. pero más cerca de los 50 cm. (digamos 3 metros) que del infinito, porque la influencia de los músculos de convergencia será más bien pequeña (vea la Fig. 13 en combinación con el texto en la sección anterior) y los otros principios (2a y 2b) dominarán por la proximidad de las figuras.

Algo similar sucederá si alejamos las fotografías un poco más y las examinamos con los ejes visuales divergentes. Como antes, tenemos que girar los ojos hasta una posición tal que las imágenes de las impresiones caigan en puntos retinales correspondientes¹⁵. Siempre tenemos que actuar de esta manera, ya sea que los ejes visuales estén cruzados, paralelos o divergentes, porque ésta es una condición básica para el estereoscopismo, es decir, para la visión "plástica".

(15) Al menos para cierto número de puntos que pertenecen al plano de referencia. Otros puntos delante o detrás del plano de referencia serán evaluados respecto a su profundidad estereoscópica por la actividad mental de Panum.

El modelo plástico observado aparecerá algo más lejos (digamos 3.5 m.) bajo el examen divergente, pero para comprender el por qué tenemos que recordar que convergencia y acomodación están acopladas, aun cuando en forma suelta (ver el experimento del estereoscopio y la moneda). Esto significa que la acomodación para la distancia de las fotografías (50 cm.) no puede ser mantenida para una convergencia que corresponda a objetos en el infinito, y así, quieranlo o no, los ojos se acomodarán para una distancia digamos de 60 cm. Tanto más se alejará la acomodación de la distancia de las fotografías (50 cm.) cuanto más divergentes sean los ejes visuales: por la acopladura de los fenómenos los ojos estarán forzados a acomodarse, digamos, para 70 cm. En vez de ver ahora el estereomodelo a tres metros tendremos la impresión de que está por ejemplo a tres y medio metros.

Este vínculo entre acomodación y convergencia puede ser responsable del hecho de que la última todavía tenga una fuerte influencia en la localización espacial de impresiones visuales aun cuando la sensación muscular para la fijación de objetos lejanos sea muy pequeña.

También podemos comprender que con el incremento del ángulo de divergencia, la acomodación es arrastrada tan lejos de su valor original (50 cm.), que las fotografías y por consecuencia el modelo estereoscópico ya no pueden verse con nitidez.

Las relaciones entre acomodación y convergencia son, sin embargo, mutuas. La voluntad de ver el modelo con nitidez, es decir con acomodación apropiada, por otra parte, pondrá un límite a la magnitud posible de divergencia. Cuando tratamos de traspasar este límite, separando aún más las fotografías, las imágenes de las fotos en ambos ojos ya no pueden caer en puntos retinales correspondientes. Así el estereoscopismo se pierde si separamos demasiado las copias.

Sin embargo un mayor grado de divergencia puede ser alcanzado si reducimos la desarmonía entre convergencia y acomodación, esto es, si alejamos más las fotografías de los ojos.

VIII—LOCALIZACION ESPACIAL POR VISION NO NATURAL CON LENTES

Cuando examinamos fotografías estereoscópicas con un estereoscopio, ellas estarán más o menos en el plano focal de las lentes. Rayos paralelos entrarán entonces en nuestros ojos y los músculos de acomodación permanecerán en estado de descanso, es decir, acomodados para el infinito. De esta manera, el Principio 2a intenta hacernos creer que el estereomodelo está infinitamente alejado. Sin embargo, esta influencia es muy pequeña como podemos comprenderlo por lo que fue dicho previamente acerca de la acomodación.

A causa de las relaciones entre acomodación y convergencia (Sección III), es altamente conve-

niente mantener los ejes de los ojos paralelos, esto es, mantener la armonía entre los principios 1 y 2a. Por consiguiente, preferimos dar a las fotografías una separación igual a la base visual¹⁶.

El principio 2b, sin embargo, localizará, por sí solo, el estereomodelo en el plano focal de las lentes. Tendremos entonces una competencia entre 2b por un lado y 1 y 2a por el otro. El Principio 2b, sin embargo, reacciona muy fuertemente, porque las copias están muy cerca, pero 1 y 2a reaccionan más bien débilmente. El resultado es que vemos el modelo entre el infinito y el plano focal de las lentes del estereoscopio, pero muy cerca a este plano.

Aquí tenemos la explicación de la visión estereoscópica con los ejes de los ojos paralelos para el caso de que las lentes sean usadas, mientras que la situación similar sin lentes fue ya explicada en la sección previa. Hasta ahora fue incomprensible cómo tal visión estereoscópica pudo tener lugar. El famoso postulado de Euclides sobre líneas paralelas que por otra parte ya ha causado tantas noches de desvelo a muchos científicos (Historia de la geometría no euclidiana!), fue también aquí la piedra de tropiezo. La salida de este problema no está, como lo hemos visto, en el campo de la geometría, ni tampoco en el de la óptica geométrica, sino en el reino de la fisiología y la psicología.

Sin embargo, no es indispensable mantener los ejes de los ojos paralelos. Si acercamos las fotografías un poco más, la armonía entre el principio 1 y 2b será alterada y el conflicto de las tendencias 1 y 2b disminuirá. Así queda menos resistencia contra 2b y como consecuencia el modelo se aproximará al plano focal de las lentes. Al apartar las fotografías, la discordancia entre 1 y 2b aumenta. El modelo entonces será trasladado más lejos del plano focal.

IX—LA ADAPTACION DE LA TEORIA DE PROYECCION A LA VISION NO NATURAL.

A. Teoría de proyección a la tesis de Wheatstone para la visión natural.

En las secciones anteriores indicamos cómo la visión estereoscópica puede ser explicada fisiológicamente. Ahora se preguntará al lector en qué extensión podrá contribuir todo esto al conocimiento de la relación entre el estereomodelo y la fotografía original. Por el momento el autor puede solamente dar una indicación de la manera como se puede aproximar cuantitativamente esta relación.

Los fenómenos fisiológicos envueltos en la estereovisión parecen representar un material más bien veleidoso para un tratamiento cuantitativo, pero de alguna manera debemos tratar de darles un fun-

damento geométrico. El mejor punto de partida, para la introducción de la geometría, parece ser todavía la tesis de Wheatstone. Por consiguiente, reconsideraremos este principio a la luz de las ideas desarrolladas.

Todas nuestras consideraciones nos llevan a la conclusión de que la tesis de Wheatstone está radicada profundamente en principios anatómicos y fisiológicos. Ciertamente es muy importante para la visión binocular natural.

La disposición anatómica de nuestros ojos en relación con la agudeza máxima en la fóvea (Fig. 3) y el concepto de puntos correspondientes de la retina (Fig. 11) indican que es prácticamente imperativo dirigir los ejes visuales, es decir fijarlos, al objeto de nuestro interés.

La tesis, de que el objeto se ve donde se intersectan los ejes visuales no es más que una formulación inversa de lo que acabamos de asegurar; ella se basa en nuestros hábitos naturales de visión y refleja la convicción de que las impresiones visuales corresponden a la realidad.

Porque no hay razones especiales para suponer que el concepto que nos hacemos del espacio que nos rodea, sea en cualquier aspecto diferente de la realidad, al menos en principio, esto es, con la exclusión de defectos orgánicos y ciertas ilusiones ópticas. Por consiguiente *presuponemos axiomáticamente que nuestras impresiones del espacio, si son obtenidas bajo condiciones normales y naturales de visión binocular, corresponden a la realidad* y que la tesis de Wheatstone es correcta bajo esas condiciones aun cuando para un área limitada y en un sentido restringido.

El principio limitado de Wheatstone puede formularse como sigue: un objeto muy pequeño, o punto material, sobre el cual fijamos la mirada con atención se ve en el sitio donde los ejes visuales se intersectan.

El principio se puede extender a todos los puntos materiales, *alrededor del punto de concentración visual, que se encuentren en el horóptero*. La teoría de Wheatstone permite reconstruir geoméricamente lo observado porque basta reprojectar las imágenes retinales hacia afuera en líneas rectas a través de los puntos nodales de los ojos. En la intersección de las dos líneas, cada cual proyectada desde un ojo diferente, se supone que están los puntos materiales. Este principio de Wheatstone entendido es el equivalente de la llamada teoría de proyección,¹⁷ que pretende lo mismo.

Estrictamente hablando, la tesis de Wheatstone y la teoría de proyección no son correctas, porque ellas no pueden explicar las imágenes dobles. Sin embargo, parecen aceptables para la zona inmediatamente contigua al horóptero, es decir, para la región donde percibimos profundidad estereoscópica por la actividad de Panum.

(17) Von Tschermak - S., p. 150.

(16) Esto se aplica a estereoscopios de lentes sin espejos. Para un estereoscopio de espejo la separación total será la suma del efecto causado por la reflexión de los espejos y la separación arriba mencionada como si los espejos no estuvieran presentes. Vea también el texto de la Fig. 20.

Podemos extender aún más el principio: nuestro concepto intelectual del espacio es algo diferente de la impresión observada del espacio indicada en las figuras 11f y 15. No solamente que las imágenes dobles son psicológicamente suprimidas sino que, además, movemos el punto de fijación visual sobre el paisaje y nos formamos así un concepto del espacio, uniéndolo mentalmente en un conjunto tridimensional una tras otra todas las zonas horoptéricas que hemos apreciado estereoscópicamente por la actividad de Panum. Este espacio subjetivo y mentalmente reconstruido lo podemos suponer como equivalente al espacio obtenido por la teoría de proyección, al menos cuando vemos con nuestros ojos de manera natural, con los principios 1 y 4 en perfecta armonía.

B. Teoría de proyección para la visión no natural.

Como la teoría de proyección o la tesis de Wheatstone extendida es de tal importancia para la visión binocular natural y es tan apropiada para la representación geométrica, es sugestivo aplicar la misma, tal vez algo modificada, para las condiciones no naturales de visión binocular. Cuando intentamos efectuar la mencionada reconstrucción geométrica, inmediatamente caemos en cuenta del embarazoso hecho de que nos falta un punto de fijación visual para un gran número de casos (investigación de aerofotos con los ejes visuales paralelos o divergentes) y así no serán encontradas ningunas intersecciones mediante dichas construcciones de la teoría de la proyección. Sin embargo, vemos el estereomodelo a una determinada distancia. Nuestro primer paso será por consiguiente introducir el punto de fijación virtual,¹⁸ y es obvio escoger este punto en el lugar donde vemos el estereomodelo. Podemos aplicar ahora las construcciones geométricas bien definidas de la teoría de proyección si estimamos a qué distancia hemos proyectado el estereomodelo. Así gozamos además de las siguientes ventajas:

1. Se evita la determinación de influencias mutuas entre factores fisiológicos poco conocidos, lo cual no puede lograrse sin un laboratorio bien equipado.
2. Podemos basar las relaciones entre el estereomodelo y el original fotografiado en datos experimentales. Esto es especialmente importante porque es de esperar que los factores fisiológicos mencionados arriba, serán algo diferentes para cada persona y variarán con la edad o con el estado físico del foto-intérprete (fatiga, etc).

La estimación de la distancia del estereomodelo, muy simple en principio, puede causar sin embargo, algunas dificultades especialmente al comienzo. Un poco de práctica ayudará a superarlas.

El punto de fijación virtual debe ser utilizado no solamente para aquellos casos que no dan inter-

(18) En recuerdo de la imagen virtual en la óptica de las lentes.

secciones geométricas de rayos, sino también para todas las situaciones de visión binocular no natural¹⁹. De manera que podremos concluir:

- a) Bajo condiciones naturales de visión binocular podemos aplicar la teoría de la proyección si tenemos presente sus restricciones.
- b) Bajo condiciones estereoscópicas no naturales debemos siempre aplicar la teoría de proyección en combinación con el punto virtual de fijación.

Por consiguiente nuestro primer paso será estimar la distancia de los ojos al punto de fijación virtual. Esto lo ha hecho el autor en todos los casos posibles de visión binocular de un par de fotografías observadas sin lentes a una distancia (D) de 26 cm. (vea las figura 16 con las notas explicativas). Podemos deducir del gráfico que solamente en un caso la distancia del punto virtual de fijación (Fv) puede ser igual a la distancia de los ojos a las fotografías, y este es el caso en que miremos un anaglifo. Para todos los otros casos debemos encontrar valores para Fv que sean diferentes a la distancia D donde están las copias. Estas diferencias

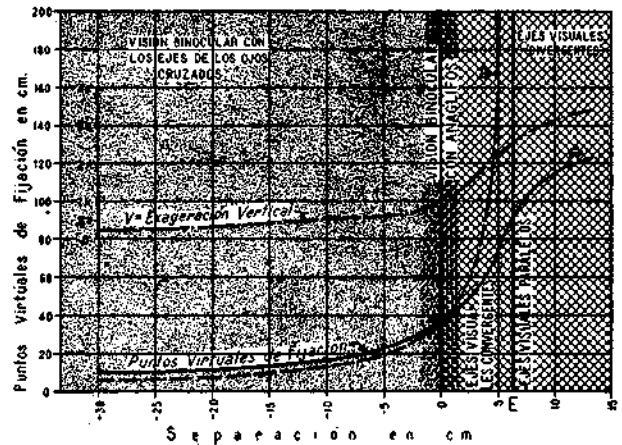


Fig. 16.—La distancia de los puntos de fijación virtual como una función de la separación entre las fotografías.

Las fotografías, colocadas a 36 cm. de los ojos, son observadas sin lentes. La separación en este caso puede variar desde 30 cm. negativa hasta 12 cm. positiva. El modelo estereoscópico se pone menos nítido cuando la separación alcanza grandes valores positivos o negativos y finalmente se disuelve.

La curva de los puntos virtuales de fijación no se puede determinar para la zona de puntos gruesos (visión anaglífica), ya que las fotografías se cubren mutuamente. La curva debe, sin embargo, intersectar la línea cero a 36 cm. Muchas curvas semejantes pueden ser construidas para diferentes distancias entre fotos y ojos.

La exageración vertical fue determinada para cada punto de fijación virtual mediante la ecuación 9) e indicada separadamente en el gráfico. La curva "a" indica a qué distancia están las intersecciones geométricas de los ejes visuales, donde se encontraría el estereomodelo según la tesis de Wheatstone. Esta curva se acerca asintóticamente a una línea vertical, dibujada en el gráfico a la distancia interpupilar (E) de la línea cero.

Las cinco zonas de esta figura ("ejes cruzados", "anaglifos", "ejes convergentes", "ejes paralelos" y "ejes divergentes") corresponden, en el mismo orden, a los cinco casos de la figura 19.

(19) La visión binocular es aquí llamada natural cuando todos los principios 1-4 están en completa armonía. No natural, por ejemplo, cuando acomodamos para 30 cm. y convergimos para 5 m.

son más bien pequeñas cuando miramos a las fotografías con los ejes de los ojos cruzados, pero puede ser considerable cuando estos ejes están casi paralelos.

Una vez que las distancias de los puntos de fijación virtual son determinados podemos reconstruir el estereomodelo observado con la *teoría de proyección*.

En la figura 17 se presenta como ejemplo la construcción de un estereomodelo observado con los ojos visuales ligeramente convergentes. PH es la posición de las fotografías examinadas con los ojos desnudos. Los rayos ópticos que vienen de las fotografías a los ojos (OI y OD) están dibujados como líneas gruesas. La intersección de sus prolongaciones hacia abajo, dibujadas como líneas interrumpidas, definen el modelo geométrico imaginario. Las continuaciones (Vg) de los ejes visuales (V) se intersectan en Fg, donde forman un ángulo γ ; Fg es el punto en donde está fijada la mirada.

Para la reconstrucción geométrica del estereomodelo se consideran las fotos desplazadas a la posición PH' de tal manera que los ejes visuales rotados (V') se intersectan a la distancia Fv, que es la aproximada distancia virtual de fijación. Las líneas delgadas y sólidas indican la reconstrucción del modelo estereoscópico observado.

Las líneas de puntos que divergen del ojo cíclopeo y mental Em, representan las rutas imaginarias a lo largo de las cuales se supone que se efectúa la proyección mental de la estereo-imagen desde el cerebro hacia afuera; los ejes visuales (V) coinciden ahora con la línea de visión V'' (compare con la Fig. 11a y 11f). D es la distancia entre los ojos y las fotografías.

C. El efecto de los lentes

Nos falta analizar la situación al utilizar lentes de aumento como los que tienen, por ejemplo, los estereoscopios. Antes de todo es necesario investigar en general todo el efecto óptico causado por un lente. Observando un objeto con un lente o una lupa se supone por lo general que el objeto está colocado en el plano focal del lente utilizado. Esto por lo menos es el modo más cómodo de observación, porque así entrarán rayos ópticos paralelos en el ojo, el cual no necesita acomodar y descansa. En estas condiciones se supone que el aumento es $\frac{25}{f}$ cuando f es la distancia focal (en cm.) del lente en cuestión, o también $\frac{Ld}{4}$ cuando Ld es el poder refringente del lente en dioptrías ($Ld = \frac{100}{f}$). Este sería el *aumento convencional*.

Si tenemos el lente muy cerca del ojo, el objeto estará separado del ojo por una distancia aproximadamente igual a la distancia focal (f) del lente. Se puede, además, observar que un objeto parece mucho más grande si lo tenemos muy cerca al ojo,

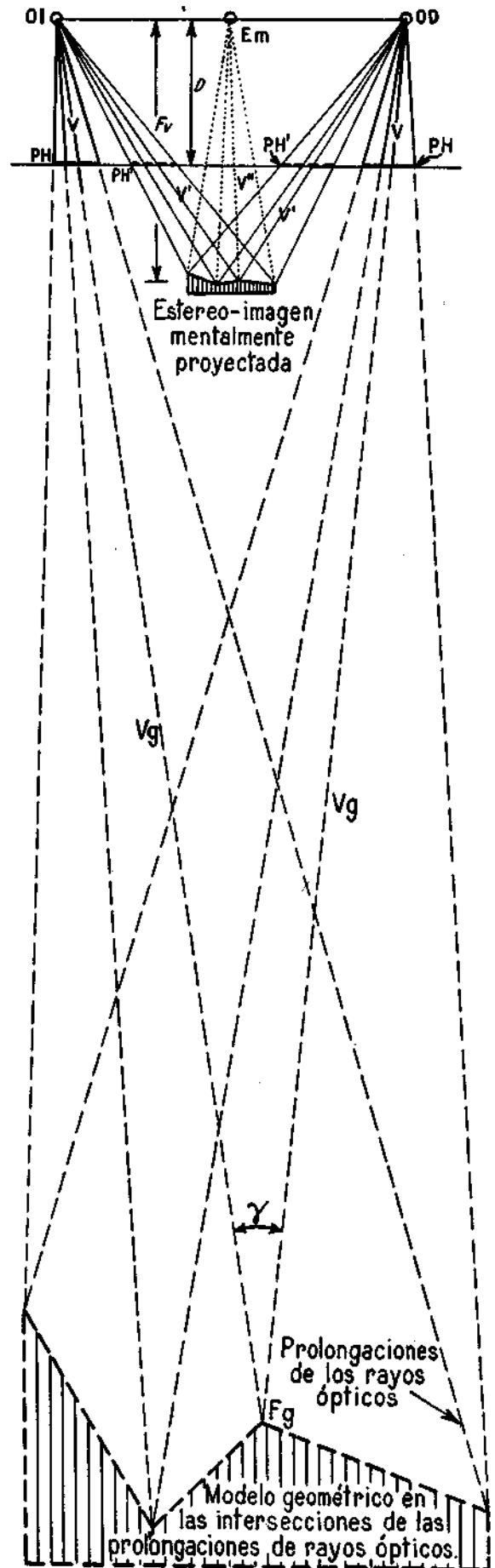


Fig. 17.—Ejemplo de la construcción geométrica de un estereomodelo.

digamos a 4 centímetros, sólo que sin lente no lo veremos con nitidez, porque el lente ocular no se puede acomodar para una distancia tan extremadamente corta y proyectará una imagen borrosa a la retina. Es obvio que en este caso del aumento convencional, el lente sirve sólo para ayudar al ojo en la acomodación a fin de que podamos tener el objeto muy cerca del ojo y verlo grande porque de esta manera lo observamos dentro de un ángulo bastante más amplio.

Sin embargo, es dudoso que esto fuera la única función del lente. Prosigamos a investigar si hay otros efectos que puede producir. Utilicemos una cámara lúcida, llamada "sketchmaster" por los norteamericanos, aparato que permite ver dos escalas (Fig. 18a: S1 y S2) a la vez por medio de un espejito semi-transparente (Es) puesto delante del ojo (O), espejito que es suficientemente transparente para ver S2 pero también refleja el S1. En un trayecto, entre O y S2, se puede poner un lente (L) y estudiar su efecto, comparando las dos es-

calas S1 y S2. Para acercarnos a las condiciones en que usamos los lentes en los estereoscopios, podemos colocar S2 a la distancia focal f del lente L. Se empleó el "reproductor gráfico para vistas aéreas" (Luftbildumzeichner) fabricado por la compañía alemana Zeiss Aerotopograph, aparato que permite variar tanto la distancia OS1 como la OS2 e interpusimos varios lentes en el trayecto OS2. Los resultados están reunidos en la siguiente tabla:

TABLA I

Poder del lente en dioptrías	Distancia focal en cm. (f)	Ampliación	Distancia entre lente y ojo en % de f
3	33,3	1,13×	16,5%
4	25,0	1,18×	22,0%
5	20,0	1,25×	27,5%
6	16,7	1,30×	33,0%
7	14,3	1,33×	38,0%
8	12,5	1,37×	44,0%
9	11,1	1,38×	50,0%
10	10,0	1,39×	55,0%

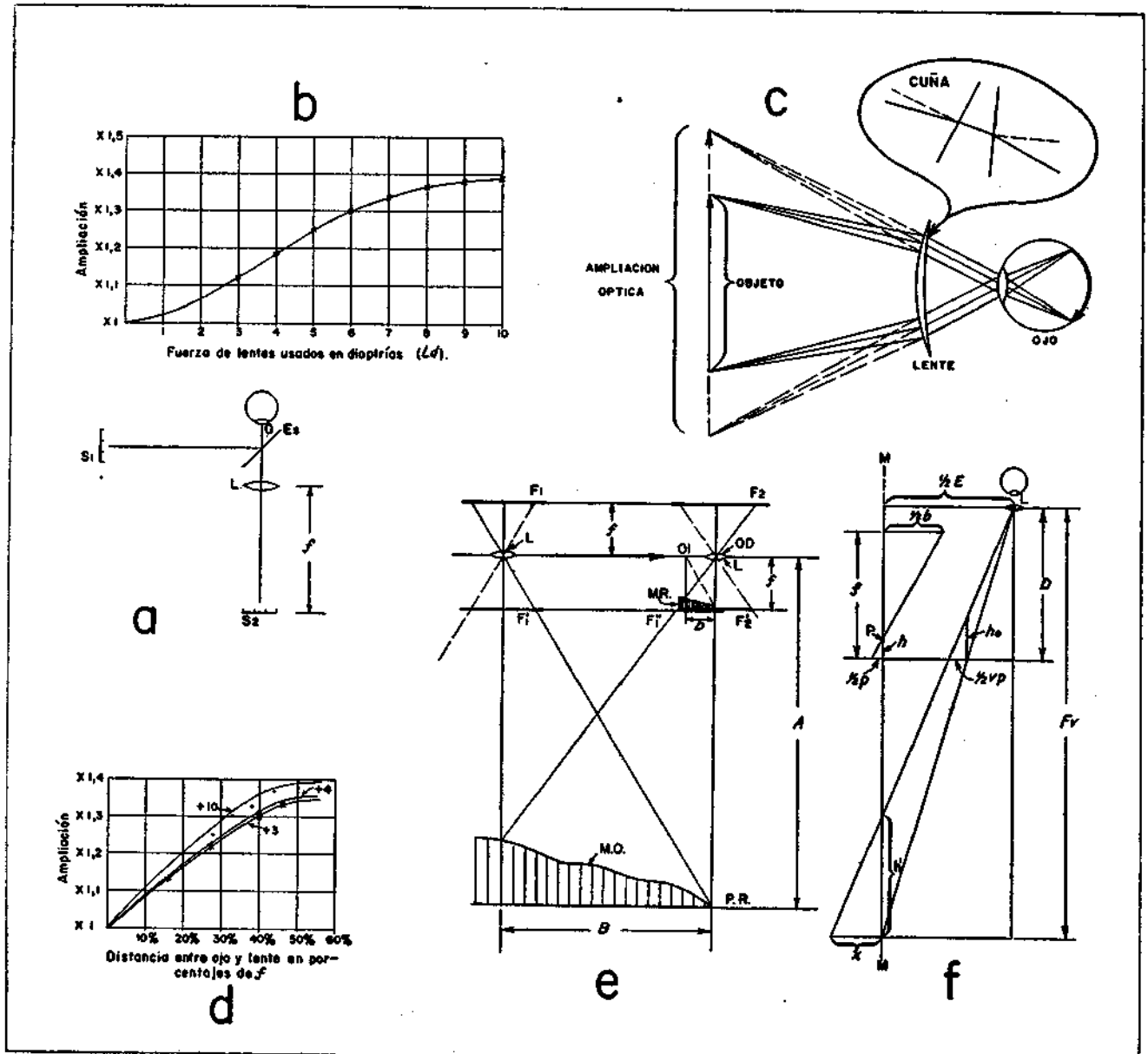


Fig. 18

Además de la ampliación convencional existe entonces otra que podemos llamar *ampliación óptica* y la ampliación total es aparentemente el producto de ambas.

Haciendo un gráfico de los resultados de la Tabla I (Fig. 18b) podemos observar que la curva es mucho menos inclinada hacia el lado de los lentes fuertes. La curva pasará por la esquina del gráfico porque la ampliación debe ser $1 \times$ por un lente con $Ld = 0$ (es decir cuando no se usa ningún lente. Para lentes negativos que dan amplia-

ciones menos de $1 \times$, continuaría la curva en el cuadrante izquierdo inferior).

Parece que la ampliación óptica es producida por la refracción del lente como lo muestra la Fig. 18c. Quitemos el lente de su ranura en el aparato y tengámoslo más cerca a S2 sin cambiar las distancias OS1 y OS2. Podemos observar que la ampliación óptica aumenta a medida que alejemos del ojo el lente L. Expresando la distancia OL en porcentajes de la distancia focal f del lente podemos resumir los datos obtenidos con lentes de 3 y 4 dioptrías de la manera siguiente:

TABLA II

lente 3	OL en % de f	16.5 %	27.0 %	39.6 %	46.2 %
	ampliación	1.12 x	1.23 x	1.30 x	1.33 x
lente 4	OL en % de f	22.0 %	39.7 %		
	ampliación	1.18 x	1.315 x		

Alejando el lente del ojo utilizamos las partes más al margen del lente donde la refracción es aparentemente más grande y esto causa una mayor ampliación óptica.

Por las características en la construcción del reproductor gráfico, no podemos acercar el ojo como quisiéramos, de tal modo que los valores de la ampliación óptica serán, en realidad, más pequeños de lo que indica la Tabla I. Hemos colocado los datos de las observaciones (Tabla I y II) en un gráfico cuya abscisa expresa la distancia OL en porcentajes de f (fig. 18d). Nos consta que las curvas que pertenecen a lentes de diferentes potencias no se alejan mucho las unas de las otras. La tendencia de la curva del lente 3, definida por las cruces, sugiere que la curva pasará por el origen del gráfico. Esto sería una consecuencia lógica, porque indicaría que la ampliación óptica sería $1 \times$ (es decir, que no hay ampliación) para el caso teórico de no haber distancia entre lente y ojo, condición que muchas veces se presupone en la teoría de lentes. *Solamente por no poderse realizar esta condición, la ampliación convencional está siempre acompañada de alguna ampliación óptica.*

Extrapolando las observaciones podemos deducir que un lente de 10 dioptrías, común en varios estereoscopios de bolsillo, usado a un centímetro del ojo, o a 10% de su distancia focal, no produce ampliación óptica notablemente más grande de $1.1 \times$ (ver fig. 18d)¹⁹. Para lentes menos potentes, usados a la misma distancia del ojo, se podría en la práctica despreciar este efecto óptico y considerar el lente sólo como una ayuda en la acomodación.

D. La distorsión del estereomodelo de dos vistas aéreas. Su cálculo.

Determinado el efecto producido por los lentes, proseguimos a buscar la relación geométrica entre

un terreno fotografiado y el modelo estereoscópico correspondiente, observado mediante dos aerovistas verticales.

Lo más conveniente es establecer las diferencias entre ese estereo-modelo y un *modelo reducido*, en el cual se convergen las relaciones angulares del original.

En la fig. 18e representa A la altura (de las lentes L) de una cámara aérea sobre un plano de referencia ($P. R.$) en el terreno o modelo original ($M. O.$). F_1 y F_2 son las placas fotográficas en dos posiciones consecutivas dentro de la línea de vuelo (flecha), estando las placas a la distancia focal f de los lentes L . La escala de las fotos es entonces $\frac{f}{A}$ (basada en el plano de referencia). F'_1 y F'_2 son las mismas placas fotográficas invertidas, a una distancia f debajo de la línea de vuelo, para indicar más directamente la correspondencia con $M. O.$, ya que esta inversión no introduce ningún cambio en las relaciones geométricas. F''_1 es la fotografía invertida F'_1 trasladada paralelamente cerca a F'_2 de tal manera que la distancia entre los centros de las fotos F''_1 y F'_2 sea b . La intersección de los rayos trazados de OI a detalles de la foto F''_1 por una parte y los trazados de OD a los mismos detalles en la foto F'_2 por otra parte, forman un modelo reducido ($M. R.$) del original $M. O.$ Si escogemos la distancia b tal que esté en la misma proporción con B como f está con A (es decir cuando $\frac{b}{B} = \frac{f}{A}$), el modelo $M. R.$ será entonces una exacta reproducción de $M. O.$ en escala $\frac{f}{A}$.

No cabe duda que veríamos un modelo estereoscópico igual a $M. R.$ si pudiéramos tener los ojos en la posición de OI y OD con relación a las fotos. Esto, en general, no es practicable, primero, porque la distancia entre los ojos es fija (en promedio 6.25 cm.) y sólo excepcionalmente sería igual a b , y segundo, no se podría acomodar para una distan-

(19) Este valor puede variar algo para diferentes tipos de lentes, lo mismo que los datos de las Tablas I y II.

cia tan corta como f . Además, hay el inconveniente de que una foto cubriría la mayor parte de la otra.

La distorsión del estereomodelo, sea que esté visto con los ojos desnudos, sea con un estereoscopio, es entonces introducida por el hecho de no poder tener los ojos con una separación apropiada en el punto focal de las fotos.

Deducimos la distorsión del estereomodelo con ayuda de la figura 18f en la cual representan:

b : base de las aerovistas en el modelo reducido.

h : altura de un punto P en el modelo reducido.

p : paralaje del mismo punto P medido en las fotos.

f : distancia focal de las fotografías.

D : distancia entre ojos y fotografías.

E : separación individual de los ojos, base visual.

v : ampliación óptica del lente utilizado.

F_v : distancia virtual de fijación.

h' : altura del punto P en el estereomodelo.

h_0, w, x : símbolos de líneas en fases intermedias de las ecuaciones.

En las ecuaciones:

S_h : escala horizontal del estereomodelo.

S_v : escala vertical del estereomodelo.

E_v : exageración vertical del estereomodelo.

Sólo la mitad a la derecha de la línea mediana M-M está dibujada.

Con triángulos semejantes se deduce:

$$h \quad \frac{h}{f} = \frac{\frac{1}{2}p}{\frac{1}{2}b + \frac{1}{2}p} \quad h = \frac{pf}{b+p}$$

$$x \quad \frac{x}{\frac{1}{2}vp} = \frac{F_v}{D} \quad x = \frac{\frac{1}{2}vpF_v}{D}$$

$$w \quad \frac{x}{\frac{1}{2}E} = \frac{D}{F_v} \quad w = \frac{\frac{1}{2}ED}{F_v}$$

$$h_0 \quad \frac{h_0}{D} = \frac{\frac{1}{2}vp}{\frac{1}{2}vp + w}$$

Introduciendo la ecuación encontrada para w :

$$h_0 = \frac{vpDF_v}{vpF_v + ED} \quad h' = \frac{h'}{h_0} = \frac{x}{\frac{1}{2}vp}$$

Al introducir las ecuaciones encontradas para h_0, x :

$$h' = \frac{vpF_v^2}{vpF_v + ED}$$

$$S_v = \frac{h'}{h} = \frac{vpF_v^2 (b+p)}{(vpF_v + ED) f} \quad \dots\dots\dots 5)$$

$$S_h = \frac{x}{\frac{1}{2}p} = \frac{vF_v}{D} \quad \dots\dots\dots 6)$$

$$E_v = \frac{S_v}{S_h} = \frac{DF_v (b+p)}{(vpF_v + ED) f} \quad \dots\dots\dots 7)$$

Para valores muy pequeños de p las ecuaciones 5) y 7) se transforman en:

$$S_v = \frac{vF_v^2 b}{EDf} \quad \dots\dots\dots 8)$$

$$E_v = \frac{F_v b}{Ef} \quad \dots\dots\dots 9)$$

A primera vista puede extrañar que la ecuación 9) para E_v no contenga los factores D , y la separación S de las fotografías, y que éstos falten además en las otras ecuaciones. Al consultar el lector el gráfico de la figura 16 notará que aquellos factores ya están implícitamente incluidos en el valor de F_v . La ampliación óptica (v) no influye en la exageración vertical, cuando los paralajes p son pequeños, es decir cuando no nos alejamos mucho del plano de referencia, porque la ampliación óptica afecta de igual manera la escala horizontal como la vertical.

Demostremos la aplicación de las ecuaciones con un ejemplo práctico. Cuando examinamos un par de aerovista con un estereoscopio y de manera corriente, o sea con los ejes visuales paralelos y acomodando el ojo para el infinito, la distancia de fijación virtual debe ser algo más grande que la distancia focal de los lentes, porque la fuerza de los principios 1 y 2a es débil y la de 2b bastante fuerte. Estimando que el estereomodelo, observado con un estereoscopio de espejos Zeiss con lentes de 3,75 dioptrías o $f = 26,6$ cm. se encuentra a una distancia de 30 cm. de los ojos, y suponiendo que se están utilizando las fotografías grandes de 23 cm. de lado, se puede tomar un valor medio de 10 cm. como base (b) de las fotos. Como la distancia focal que corresponde a estas aerovistas es de 15 cm. encontramos mediante la ecuación 9) una exageración vertical de 3 veces aproximadamente. Una pendiente o plano inclinado del estereomodelo, estimado en 60° (la tangente es 1,73) corresponde entonces en el modelo original a un ángulo de 30° , cuya tangente es una tercera parte $\left(0,577 = \frac{1,73}{3}\right)$.

La ecuación 7) sugiere que la exageración vertical no es constante en el estereomodelo que varía cuanto más nos alejamos del plano de referencia. Esto no es sorprendente, porque también la fotografía aérea, tomada sobre terreno montañoso, no es de escala constante. En este estudio no podemos entrar en estos detalles, ni en los efectos causados por distorsiones de perspectiva o en la influencia del movimiento del estereoscopio encima de las fotos.

Para conveniencia del fotointérprete todos los casos posibles de visión estereoscópica, con o sin lentes, están representados sistemáticamente en las figuras 19 y 20.

Fig. 19.—*Visión estereoscópica no natural sin lentes.* Explicación de las figuras: las figuras presentan todas las posibilidades (casos I-V) de examen estereoscópico de fotografías sin lentes, comenzando con una fuerte visión convergente en el lado izquierdo (separación negativa) hasta una visión fuertemente divergente a la derecha (separación mayor que la base visual).

El segundo caso (II) no puede en general ser realizado sin el uso de espejos a menos que se utilicen anaglifos impresos.

Para cada caso esencialmente diferente, se dibujaron dos figuras. La de la izquierda representa esquemáticamente el modelo geométrico de los rayos ópticos, la figura derecha muestra la reconstrucción del estereomodelo como realmente es observado bajo la influencia de los principios fisiológicos activos. Esta reconstrucción se ejecuta de acuerdo con la figura 17. La exageración vertical está indicada para cada caso con referencia a la del modelo anaglífico.

(V. $Ex = Ix$). Podemos observar que el tamaño de los modelos aumenta de izquierda a derecha. La exageración vertical también aumenta en la misma dirección. En el caso I el modelo observado es verticalmente comprimido. (Exageración vertical menor que 1).

Los principios que determinan la distancia Fv , a la cual se observa el modelo, están representados por grandes círculos si la influencia es fuerte, por círculos más pequeños si la influencia es menor. El lector recuerde que los principios 1 y 2a están acoplados en forma tal que el uno puede ser arrastrado fuera de "equilibrio" o fuera de la "tendencia normal" por el otro cuando la desarmonía entre los dos es grande. En casos de conflicto extremo entre 1 y 2a (hacia la izquierda y hacia la derecha de la figura) se pierde el estereoscopismo. Si los principios 1 y 2a están en armonía (tienen las mismas tendencias) tenemos el caso de la visión más confortable, que es el caso II: "visión anaglífica".

Los "diagramas de fuerzas" se leen de la siguiente manera, por ejemplo caso I: los ejes de los ojos se intersectan a la distancia Fg . Así el músculo de acomodación tratará de sugerir que el estereomodelo está en Fg , si no fuera porque 1 está acoplado con el músculo de acomodación. La fuerte desarmonía entre 1 y 2a es la causa para que el modelo parezca ligeramente más alejado que la distancia Fg . El principio 2a por sí mismo, sin ser acoplado a 1, llevaría el modelo a D . Ambos principios en conjunto localizarán el modelo entre Fg y D , pero más cerca a Fg porque el principio 1 es más fuerte que el 2a. El lector puede analizar los otros casos a base de diagramas. (Vea también la Sección IX).

El principio 2b está prácticamente siempre en armonía con 2a. No necesitamos mencionarlo separadamente y se puede considerar incluido en el 2a.

Fig. 20.—(Primero lea las explicaciones de la fig. 19).

Los dibujos muestran todas las posibilidades de la visión estereoscópica con lentes, comenzando de nuevo con visión fuertemente convergente a la izquierda (la separación es negativa) y terminando con visión fuertemente divergente a la derecha (separación mayor que la base visual). Los casos de estereovisión fuertemente convergente (I, $s < 0$) y de la anaglífica (II, $s = 0$), sólo son posibles con estereoscopios de espejos, ya que bajo un estereoscopio de lentes sin espejos las fotografías estén aproximadamente en el plano focal de las lentes. De esta manera de cada punto material de las fotos se transmiten haces de rayos divergentes que son transformados por las lentes del estereoscopio en haces de rayos paralelos (vea el gráfico en el extremo izquierdo). Estos rayos paralelos entran a los ojos, que se acomodan para el infinito. Por consiguiente el principio 2a tiene una influencia más pequeña. Tiene una importancia secundaria por estar acoplado al principio 1. La estereoscopia se pierde nuevamente en los casos de extrema desarmonía entre los principios 1 y 2a, es decir, hacia la izquierda y derecha de la serie de figuras.

El principio 2b es siempre importante, a menudo dominante.

La construcción del estereomodelo observado es esencialmente igual a la que se ha explicado en la figura 17.

Las escalas y la exageración vertical están determinadas e indicadas por los dibujos de la misma manera como en la figura 19. Vemos nuevamente que el tamaño de los modelos y la exageración vertical aumentan de izquierda a derecha.

La manera más conveniente de estereovisión está representada en el caso IV, donde los principios 1 y 2a están en perfecta armonía.

El caso II tiene mucha semejanza con la visión anaglífica de la figura 19.

X. EXPLICACION DE VARIOS FENOMENOS CON BASE EN LA FISILOGIA

Puede ser conveniente al final de este artículo reconsiderar unos pocos fenómenos a la luz de las ideas desarrolladas.

Para este propósito regresemos a la figura 9, visión estereoscópica con los ejes visuales cruzados. Si introducimos dos punticos (como por ejemplo los puntos flotantes del estereómetro) en los rayos luminosos que unen los ojos con detalles similares en las fotografías, entonces esos dos punticos serán fundidos por la visión binocular, y la unidad estereoscópica formada por los puntos parecerá tocar el estereomodelo. Esto sucederá ya sea que pongamos los punticos encima o debajo del sitio donde veamos el modelo. Hay sin embargo, una sola posición donde únicamente un puntico daría la misma impresión y ésta es la intersección de los correspondientes rayos ópticos. En este lugar podríamos también sostener un lápiz y "tocar" con la punta cada detalle del estereomodelo observado.

Si medimos la distancia de la punta del lápiz a los ojos para cada detalle del modelo estereoscópico podríamos creer que hemos descrito y definido de esta manera el modelo como realmente lo observamos. Este, sin embargo, no es el caso.

Consideraciones fisiológicas nos han llevado a la conclusión de que la distancia entre los ojos y el modelo observado es algo más grande que la distancia entre éstos y el lápiz, así lo que realmente hicimos con el lápiz es nada más que indicar el lugar de la intersección geométrica de los rayos ópticos!

Sin embargo, hay ciertas relaciones entre el "modelo geométrico" y el estereomodelo mentalmente proyectado. Las leyes ópticas del primero, se reflejan en el segundo. Si varios puntos materiales están en una línea en el modelo óptico geométrico como el punto nodal del ojo, la punta del lápiz y ciertos detalles de las fotografías, entonces ellos se proyectarán en el mismo cono de la retina y esto dará la impresión de que también en el espacio mentalmente proyectado el lápiz está tocando el modelo. Existe cierta afinidad lineal entre los dos modelos pero esto no significa que ellos sean idénticos o que estén a la misma distancia de los ojos.

Esto puede aparecer algo extraño al principio, pero perderá todo el misterio, si nos acostumbramos a la idea de que nuestras impresiones visuales son ante todo experiencias fisiológicas y psicológicas provocadas, en este mismo orden, por los rayos ópticos. Podemos alcanzar rápidamente una mejor comprensión si repetimos la experiencia del puntico flotante, que puede ser solamente un experimento en nuestra imaginación, para el caso III de la figura 19. Las líneas que unen los puntos nodales de los ojos, los punticos y los detalles similares de las fotografías se intersectarán bastante

más abajo de las copias fotográficas, a la distancia *Fg*, que puede ser agrandada infinitamente si alejamos las fotografías un poco más (ver la figura 17). Las intersecciones de los rayos ópticos prolongados definen un modelo tridimensional muy grande situado a una gran distancia y es obvio que esto sea una cosa completamente diferente del estereomodelo observado!

Por consiguiente debemos ser muy cuidadosos en no atribuir, irreflexivamente, a nuestra imagen mental datos obtenidos por mediciones y se debe hacer siempre una clara distinción entre el espacio físico, el cual en efecto no observamos y el espacio mentalmente proyectado, que es el que realmente vemos. Estos dos pueden ser idénticos únicamente cuando los principios fisiológicos desde 1 hasta 4 están en perfecta armonía y aún en este caso es necesario que otras ilusiones ópticas queden excluidas.

En conexión con las particularidades arriba mencionadas podemos hacer las siguientes aseveraciones: *Medidas hechas con puntos flotantes nunca pueden definir las propiedades del estereomodelo observado, es decir, de la imagen mentalmente proyectada. Con esas marcas, nosotros sólo podemos investigar el modelo geométrico o el original fotografiado, según la manera en que ejecutamos las medidas.* Esta investigación del original fotografiado es llevada a cabo con los muchos instrumentos que son bien conocidos por el fotogrametrista. *La estereomagen psicológicamente proyectada puede ser estudiada solamente mediante estimación directa y subjetiva!*

Podemos con igual éxito aplicar la tesis fisiopsicológica de la visión estereoscópica al importante experimento de von Frijtag Drabbe con los fósforos (o lápices). Sostenga dos fósforos (I y D, derecho e izquierdo) a una distancia *D* (por ejemplo 30 cm.) en frente de los ojos (Fig. 21a). Veremos cuatro imágenes de los fósforos (Id, Ii, Dd y Di) si separamos nuestros ejes visuales en una forma tal como si fijáramos un punto (P) detrás de los fósforos (Fig. 21a, b).

Como los fósforos están dentro del círculo horopéutico, se formarán dobles imágenes, dos de cada fósforo. Cuando movemos los fósforos I y D uno hacia el otro, haciendo que guarden constantemente la misma distancia de 30 cm. entonces las imágenes centrales Ii y Dd pueden cubrirse y aún pueden ser fundidas en una imagen estereoscópica ID (Fig. 21c, d)²⁰.

(20) La imagen estereoscópica se obtiene de una manera inusual: Ella está generalmente constituida por dos imágenes de un solo objeto, visto desde dos posiciones diferentes: una muestra la parte de enfrente y algo del lado derecho y la otra exhibe la parte frontal y algo del lado izquierdo. Aquí, algo similar sucede con las imágenes de dos objetos diferentes (fósforos) que son, sin embargo, de idéntica forma. La imagen estereoscópica aparece más bien plana, porque se ve muy poco de los lados de los fósforos. Una imagen estereoscópica completa y redonda se ve si repetimos el experimento con los ejes visuales cruzados.

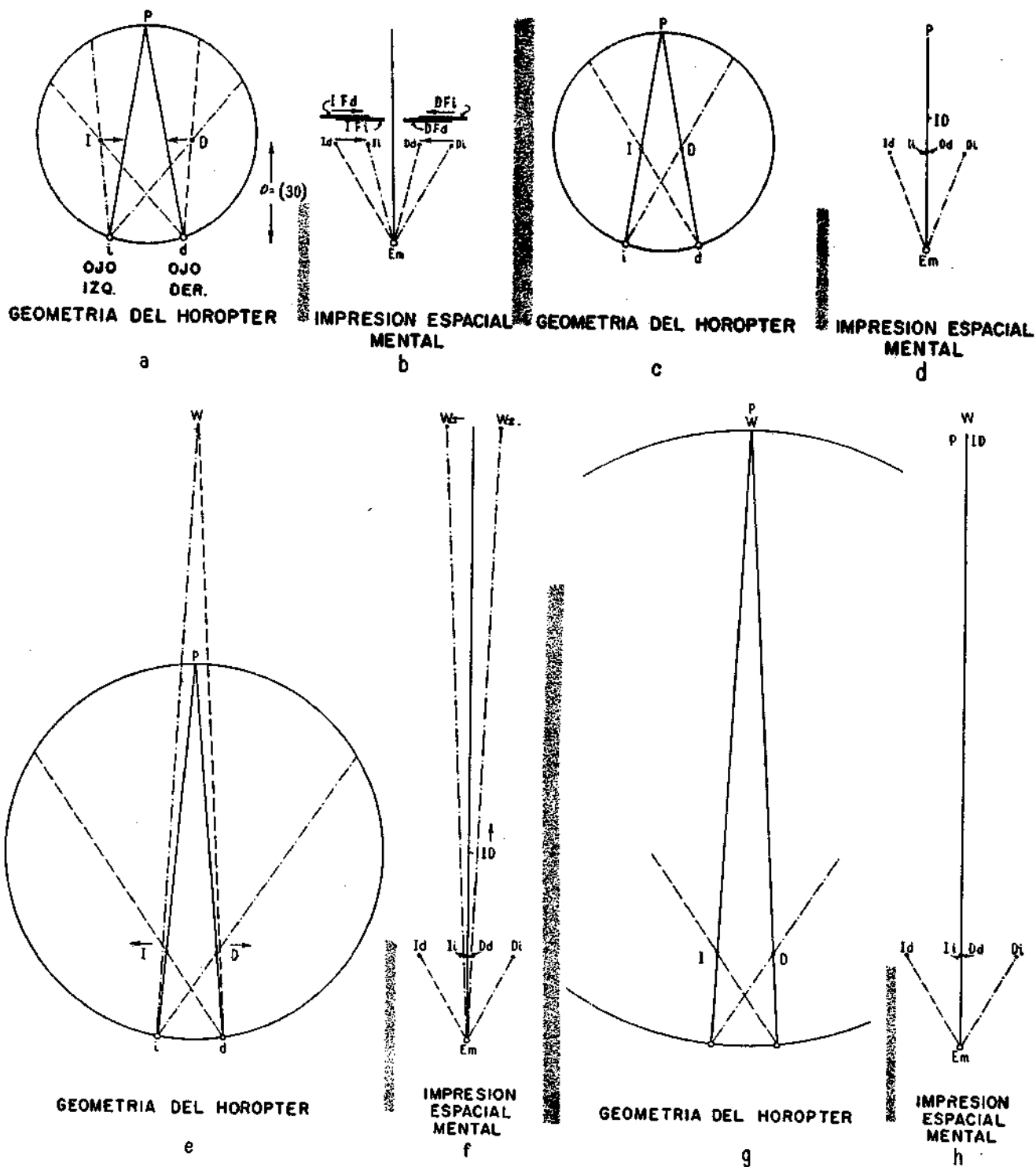


Fig. 21.—Análisis del experimento de los fósforos de von Frijtag Drabbe.

La imagen estereoscópica ID se localizará en alguna parte entre el punto de fijeza P y los fósforos I y D. Esto puede ser entendido cuando analizamos las tensiones fisiológicas. Por la sola actividad de los músculos de convergencia el estereomodelo estaría en P, en cambio los Principios 2a y 2b, lo localizarían a 30 cm. de distancia. El resultado es que ID tiene una posición intermedia, más cercana a 30 cm. que a P porque el principio 1 es más bien débil debido a la mayor distancia del punto P.

Debemos observar que los fósforos no se ven tan claramente como bajo las condiciones normales.

Esto es porque no acomodamos para la distancia verdadera de los fósforos (30 cm.). La acomodación está ligada a la convergencia y ambas tienen tendencias en pugna.

Queremos además señalar el hecho notable de que las imágenes Id y Di no están o casi no están bajo la influencia del principio 1, porque ellas permanecen, al menos aproximadamente, a la misma distancia de 30 cm. Por consiguiente parece que el principio 1 es efectivo solamente para las imágenes que caen en puntos de la retina correspondientes, y que las imágenes dispares (Id y Di) están dominadas completamente por los principios 2a y 2b.

El experimento del fósforo puede ser continuado en la forma siguiente: mirando atentamente a los fósforos con la firme intención de no perder el estereoscopismo de ID, moveremos los fósforos D e I aparte. Para no perder el estereoscopismo, debemos asegurar que las imágenes de los fósforos continúan formándose sobre puntos correspondientes de las retinas, es decir, tenemos que girar consecutivamente los ejes visuales, o en otras palabras, debemos colocar el punto de fijación más alejado de nuestros ojos (Fig. 21c). Como consecuencia, vemos la imagen ID alejándose. Objetos detrás de ID, por ejemplo un detalle en el panel de una ventana o sobre una pared (W), se ven como imágenes dobles no cruzadas (W1 y W2) porque ellos están fuera del horóptero. Estas imágenes W1 y W2 están observadas en la distancia real porque —como lo anotamos anteriormente— sólo los principios 2a y 2b tienen alguna influencia en estas imágenes dispares.

Mientras más alejemos los fósforos más se aproximará ID a W1-W2, mientras la separación de W1 y W2 disminuirá rápidamente. El principio 3 ahora se torna activo como una fuerza localizadora de la proyección mental ID en el espacio. La imagen estereoscópica ID como consecuencia se moverá rápidamente hacia W1-W2, hasta que por último, si continuamos separando los fósforos, llegará a W. El panel de la ventana W se ve ahora estereoscópicamente y podemos tocar cualquier detalle de él con la imagen estereoscópica ID, que puede ser movida con libertad en la zona de profundidad estereoscópica (zona de Panum) de W, separando los fósforos ligeramente o acercándolos un poquito. La situación ahora es tal que P e ID están todos en el mismo punto W (figura 21g, h), Id y Di a 30 cm. de distancia e I y D en los ejes visuales (Fig. 21g). Aquí la tesis de Wheatstone, que dice que la imagen estereoscópica obtenida por fusión de I y D se encuentra en el punto de fijación P, es completamente correcta. El experimento de los fósforos fue ideado por von Frijtag Drabbe, apoyado en ello por E. R. Goodale, principalmente como una prueba contra la tesis de Wheatstone y en los casos de la figura 21c-f realmente muestra que esta tesis es incorrecta. Analizaremos a continuación por qué no en el caso de la figura 21g-h.

No cabe duda que ID estaría en alguna parte entre P y los 30 cm. si los detalles de la ventana no estuvieron presentes y pudiéramos concentrar toda nuestra atención en ID. Por otra parte no hay razones para presumir que nosotros no veríamos el panel de la ventana en su propio lugar si los fósforos no estuvieran presentes. Hay aparentemente una competencia entre las dos imágenes estereoscópicas ID y W. Todas las ventajas sin embargo están de lado de W, porque el panel de la ventana puede ser observado con los principios 1, 2a y 2b y eventualmente 3 en perfecta armonía, mientras que ID puede ser visto solamente de manera no

natural, es decir, convergiendo para W y acomodando digamos para 49 cm.²¹

Bajo estas condiciones no podemos mantener la acomodación artificialmente a 40 cm. sino que ésta cambiará gradualmente para la distancia W. Vemos en este ejemplo qué tan cuidadosos debemos ser en la interpretación y evaluación de los fenómenos estereoscópicos! Un análisis verdaderamente cuidadoso de las condiciones bajo las cuales aparece el fenómeno debe ser intentado antes de que saquemos conclusiones generales.

El experimento con los fósforos de v. F. D. no es en esencia diferente de la fusión de dos fotografías aéreas en una imagen estereoscópica sin la ayuda de lentes, y por lo tanto completamente comparable al caso III de la figura 19. Basta sustituir Id (imagen del fósforo izquierdo, observada con el ojo derecho) por IFd (imagen de la fotografía izquierda, observada con el ojo derecho), Ii por IFi, etc. como se indica en la figura 21b. Entonces debiera presentarse la fusión de IFi y DFd.

La fusión estereoscópica de dos fotografías aéreas causa alguna dificultad al fotointérprete inexperto, y en conexión con el experimento del fósforo podemos darle alguna indicación, que lo dirija a un rápido resultado una vez que comprenda cómo y qué tiene que hacer. La principal dificultad para el novicio es que no sabe mantener los ojos como si fijara un punto detrás de las fotografías. Presentamos dos métodos para obtener este resultado. En el primer método debe acordarse de los momentos de su primera juventud, cuando soñaba con aventuras durante las largas y tediosas horas de escuela, completamente abstraído a causa de su fantasía, sin tener en cuenta al maestro, a sus condiscípulos ni las cosas que lo rodeaban en la sala de clase. Cuando la mente está en este estado, los ojos se encuentran completamente en descanso, acomodados para el infinito con los ojos visuales paralelos.

Esta es la manera en que tiene que mirar a las fotografías: descansadamente, sin prestarles mucho interés y sin mucha atención, pero sin embargo de manera tal que note que las fotografías aparecen dobles en sus contornos generales. Si tenemos suficiente separación en las fotografías las veremos como está indicado en la figura 21b, parte superior. Tenemos ahora que disminuir la distancia entre las fotografías en forma tal que las dobles imágenes interiores (IFi y DFd) se cubran una a otra superponiendo los correspondientes detalles. Prestando gradualmente más atención a las fotografías, el estereoscopismo aparecerá.

El segundo método es mantener las fotografías en el vidrio de una ventana. Mirando con atención un objeto distante a través de la ventana, veremos las fotografías doblemente si las mantenemos sobre el vidrio algo debajo del objeto observado; el resto del procedimiento es el mismo.

(21) No para 30 cm. porque la acomodación está acoplada con la convergencia: esto es la causa para que ID no pueda ser vista con mucha claridad.

Un momento difícil puede sobrevenir al separar o acercar las fotografías en forma tal que las imágenes IFi y DFd coincidan: Trasladando la atención, del objeto distante a estas imágenes que coinciden, tenemos que ejecutar el truco de que los ojos mantengan la convergencia para el objeto distante pero se acomoden para una distancia más pequeña. Tenemos que aflojar la conexión entre convergencia y acomodación. Es muy probable que los intérpretes más experimentados puedan avanzar más que aquellos que no tienen experiencia, y como cierto grado de desconexión entre esos dos principios es de alguna influencia en la determinación de los puntos virtuales de fijación podemos esperar una curva ligeramente diferente (la de la figura 16) para diferentes intérpretes.

CONCLUSIONES

Todos los fenómenos de visión estereoscópica conocidos hasta ahora pueden ser explicados fisiopsicológicamente. Algunos aspectos necesitan investigación más avanzada, como por ejemplo el misterioso principio 2b. Muchas cuestiones pueden ser solucionadas solamente en un laboratorio bien equipado, sin embargo, quedan bastantes problemas que pueden ser investigados por el foto-intérprete sin mucho equipo. A este respecto puede mencionarse lo siguiente: determinación de los puntos de fijación virtual para todos los casos de visión estereoscópica y los diferentes estados de acomodación (experimentos similares al descrito en la Sección III); variaciones de estos valores para diferentes personas, variabilidad en la estimación para una sola persona, etc. En esta forma podemos conseguir mejores aproximaciones que con suposiciones puramente geométricas²² sin fundamento fisiopsicológico, suposiciones que, aun cuando son útiles por el momento, no nos llevarán a resultados definitivos.

BIBLIOGRAFIA

- Von Frijtag Drabbe, C. A. J. "Some new aspects in stereoscopic vision", *Photogrammetria* VIII, 1951-1952, Número 4, Special Congress Number.
- Von Tschermak-Seysenegg, A., "Einfuehrung in die physiologische Optik", Viena, Springer, 2-a ed., 1947.
- Landois-Rosemann, "Physiologie des Menschen", Muenchen-Berlin, 26-a ed., 1950.
- Sahli, H., "Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden fuer studierende und praktische Aertzte", Vol. III, Leipzig-Viena, 7-a ed., 1932.

(22) Fórmula de aproximación de E. R. Goodale.

—Eardley, A. J., "Aerial Photographs: Their use and interpretation", Harper, New York-London.

—Best and Taylor, C. H. and N. N., "The physiological basis of medical practice", Baltimore, 5-a ed., 1950.

—Salzman, M. H., "The factors in human vision applicable to photogrammetry", *Photogrammetric Engineering*, Vol. XV, número 4, dic. 1949.

—Goodale, E. R., "An equation for approximating the vertical exaggeration ratio of a stereoscopic view", *Photogrammetric Engineering*, Vol. XIX, Número 4, pp. 607-616, sept. 1953.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a las siguientes personas, quienes en una u otra forma han ayudado a la preparación de este artículo: Dr. Gottfried Stiasny por las estimulantes discusiones sobre tópicos anatómicos o fisiológicos y por poner su biblioteca médica a disposición del autor; Wilford W. Fraser, fotogeólogo-jefe de la International Petroleum (Colombia) Ltda., por las muchas sugerencias que mejoraron tanto el texto como las ilustraciones; Jan Keizer, Alberto Ronderos y Jaime Torres, fotogeólogos compañeros del Instituto Geológico Nacional de Colombia, por haber revisado el artículo; Anton Tomic por la continua cooperación en todas las fases de la preparación de las figuras y de los textos, inglés y castellano. Los gráficos fueron dibujados por Alberto Cruz y Dabeyba Giraldo de Cuervo quien además colaboró en la revisión del texto español.

ABSTRACT

An analysis of the phenomena involved in stereoscopic vision leads to the conclusion that stereoscopy is based on physiologic processes. A definite distinction should be made between the natural stereoscopic vision in daily life and the unnatural conditions of observation as for instance under a stereoscope. In the first case, characteristic physiologic factors are in complete harmony, whereas conflicting tendencies appear for cases of unnatural vision. The relative strengths of several disharmonic factors determine the place of the observed stereomodel. Stereoscopic vision with parallel or diverging visual axes can thus be explained on a physiologic basis. A simple assumption enables us to extend the projection theory for these cases and to reconstruct geometrically the observed stereomodel. All properties of this stereomodel such as horizontal scale, vertical scale, and vertical exaggeration can then be determined for all cases of stereoscopic vision.

PLANTAE PRAESERTIM MAYPURENSES A HUMBOLDTIO ET BONPLANDIO IN RIPA OCCIDENTALI FLUMINIS ORINOCO LECTAE IDEOQUE AD FLORAM COLOMBIENSEM REFERENDAE

ARMANDO DUGAND

Profesor Asociado, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.
Ex-Director del mismo Instituto (1940-1953).

Las plantas que el Barón Alejandro de Humboldt y su compañero Aimé Bonpland coleccionaron en las márgenes del Río Orinoco (abril y mayo de 1800) figuran casi siempre en la literatura botánica como pertenecientes *todas* a la flora de Venezuela. En ello hay error, pues necesario es tener en cuenta dos importantes hechos geográfico-políticos e históricos, a saber:

- (1) La ribera izquierda u occidental del Orinoco en un trayecto de aproximadamente 285 kilómetros, entre la desembocadura del Meta y la confluencia del Guaviare-Atabapo, incluyendo la antigua población de Maypures, pertenece a Colombia.
- (2) Consta en el relato de Humboldt ("Voyage aux Régions Equinoxiales du Nouveau Continent", Livres VII y VIII, 1822) que los célebres viajeros acamparon o desembarcaron transitoriamente a coleccionar plantas en la margen *occidental* de dicho trayecto, es decir, *en territorio de Colombia*, en los siguientes lugares y fechas:

Playa de Guaripo, la noche del 13 al 14 de abril de 1800 (*).

Abajo de la isla de Tomo, la noche del 17 al 18 de abril.

Boca del Río Tomo, al amanecer del 18 de abril.

Maypures, del 18 al 21 de abril.

Cerca de la desembocadura del Río Vichada, el 22 de abril.

Boca del Río Zama, la noche del 22 al 23 de abril.

Boca del Río Mataveni o Matabén, la noche del 28 al 29 de mayo, cuando regresaban del Río Negro y Alto Orinoco.

Maypures, del 29 al 31 de mayo.

Por lo tanto, las plantas coleccionadas en dichos lugares deben adscribirse a la flora de Colombia. Esto es tanto más interesante cuanto que entre ellas hay no menos de 50 tipos de especies (principalmente de Maypures) que hasta ahora se consiraban

como originarios de Venezuela, siendo en realidad de Colombia.

Se determina sin dificultad el país de procedencia de una planta de Humboldt y Bonpland cuando en su descripción original aparece citado un solo lugar de colección, o dos lugares de un mismo lado del Orinoco entre las confluencias del Guaviare y del Meta; pero ocurre en ocasiones que se mencionan dos o más localidades, situadas unas en Venezuela y otras en Colombia. Por ejemplo, en la lista anotada de especies que forma la materia principal del presente estudio, aparece algunas veces la cita "inter Atures et Maypures". Ahora bien: Atures se halla en la banda oriental (Venezuela) y Maypures en la occidental (Colombia). Afortunadamente en este caso particular sabemos por el relato de Humboldt que, habiendo salido de Atures en la mañana del 17 de abril y embarcado en su piragua una hora antes del mediodía en el llamado "puerto de arriba", al lado de la boca del Cataniapo (Livre VII, p. 153), pasaron el raudal de Garcita tras algunas horas de navegación y acamparon *en la margen izquierda*, abajo de la isla de Tomo (Livre VII, p. 157). Allí pernoctaron. El 18 por la mañana detuviéronse brevemente en la desembocadura del Río Tomo (Livre VII, p. 158), frente a la isla del mismo nombre y siempre *en la banda izquierda*; pasaron el raudal de Guahibos entre las cinco y seis de la tarde y llegaron al caer la noche al "puerto de abajo" de Maypures, al pie de los raudales. Maypures se halla igualmente en la *ribera izquierda* del Orinoco (*). No hay, pues, ninguna indicación de que los eximios viajeros tocaran siquiera una vez la orilla derecha del Orinoco en su jornada de subida desde el "puerto de arriba" de Atures hasta el "puerto de abajo" de Maypures; ni aparece tampoco que lo hicieran a su regreso cuando pasaron de Maypures a Atures el 31 de mayo (Livre VIII, p. 260).

Por lo que se explica arriba me parece que la indicación "inter Atures et Maypures" debe interpretarse como significativa de que las plantas así señaladas fueron coleccionadas en la margen izquierda, esto es, en territorio de Colombia.

(*) Véase "El primer arribo de Humboldt a la Nueva Granada", por A. Dugand, en Rev. Acad. Col. Cienc. 9, No. 35: 210 et seq. 1954.

(*) El origen de la confusión sobre la pertenencia o nacionalidad del territorio de Maypures fue explicado por A. Dugand y W. H. Phelps en "El Status Geográfico de las aves de Maipures" (Caldasía, 4 No. 8, p. 243 et seq. 1946).

En cambio, las que se señalan como coleccionadas entre un lugar de la orilla colombiana y otro de la venezolana, sin mayor precisión de localidad (por ejemplo, entre Maypures y el Río Sipapo; o entre Maypures y San Fernando de Atabapo; o entre el Río Mataveni y la Roca de Aricagua) deben adscribirse necesariamente a ambos países, y así lo hago en este estudio respecto de cuatro especies. En el trayecto de Maypures hasta San Fernando de Atabapo sabemos que Humboldt y Bonpland desembarcaron unas veces en la orilla colombiana (boca del Río Vichada, boca del Río Zama, boca del Río Mataveni) y otras en la venezolana (Roca de Aricagua, Conucos de Siquita) además de algún punto indeterminado del Río Guaviare, cuyas aguas —en los últimos pocos kilómetros de su curso (entre el Atabapo y el Orinoco)— sirven también de frontera a Colombia y Venezuela.

En un estudio próximo se tratará de las plantas coleccionadas por Humboldt y Bonpland en las márgenes del Río Atabapo, cuya banda occidental es también suelo colombiano desde la desembocadura en el Guaviare, hasta la del Guasacaví.

1.—MONOCOTYLEDONEAE

ARACEAE

Anthurium angustatum (HBK) Kunth, Enum. 3: 79. 1841; Engler in DC. Mon. Phan. 2: 179. 1879, necnon in Pflanzenr. 4, 23B: 212. 1905; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 147. 1945.

Pothos angustatus HBK, Nov. Gen. et Sp. 1: 77. 1816 (“in sylvis Orinocensibus inter Río Mataveni et rupem Aricagua”).

COLOMBIA—VENEZUELA.—Selvas del Orinoco entre el Río Mataveni y la roca de Aricagua (H. & B., tipo).

El Río Mataveni o Matabén se halla en Colombia, y la roca de Aricagua en el lado venezolano del Orinoco.

Anthurium flexuosum (HBK) Kunth, Enum. 3: 82. 1841; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 147. 1945.

Pothos? flexuosus HBK, Nov. Gen. et Sp. 7: 151. 1825 (“inter Atures et Maypures...”).

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

Especie dudosa según Kunth (*loc. cit. supra*) y Engler (en Pflanzenr. 4, 23B: 295. 1905).

El tipo parece ser de Yavita, en el Río Tuamini, Venezuela. N. v. “Bejuco de mamure”.

Caladium macrotites Schott in Oest. Bot. Wochenbl. 20. 1855; Engler in DC. Mon. Phan. 2: 467. 1879 (“Brasiliae prov. do Alto Amazonas ad Maypures, in humidis — Humboldt”); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 149. 1945 (“Maypures”).

COLOMBIA.—Lugares húmedos cerca de Maypures, Río Orinoco (H. & B., tipo).

Especie citada erróneamente como originaria del Brasil.

CYPERACEAE

Bulbostylis leucostachya (HBK) Kunth, Enum. 2: 205. 1837; C. B. Clarke in Urb. Symb. Antill. 2: 85. 1900.

Isolepis leucostachya HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 220. 1816 (“locis humidis in sylvis Orinocensibus Maypurem inter et insulam Tomo”).

Scirpus leucostachyus Poir., Encyc. Suppl. 5: 104. 1817.

COLOMBIA.—Lugares húmedos en las selvas del Orinoco, entre Maypures y la isla de Tomo (H. & B., tipo).

Humboldt y Bonpland pasaron la noche del 17 al 18 de abril de 1800 acampados en la orilla izquierda del Río Orinoco, es decir, en territorio colombiano, media legua abajo de la isla de Tomo. En la mañana del 18 detuviéronse en la boca del Río Tomo, en la orilla colombiana, frente a la isla del mismo nombre (véase Voy. Rég. Equinox., Livre VII, pp. 157, 158).

Cyperus cuspidatus HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 204. 1816 (“in ripa arenosa, sole exusta fluminis Orinoco prope Maypures...”); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 122. 1945.

COLOMBIA.—Playas arenosas del Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

Para C. B. Clarke (en Urb. Symb. Antill. 2: 24–25. 1900) *C. cuspidatus* HBK es sinónimo de *C. uncinatus* Poir. in Lam. Encyc. 7: 247. 1806.

Cyperus Manimae HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 209. 1816 (“in opacatis, humidis sylvarum Atabapensium et Orinocensium prope cataractas Guarinuma et Manimi.”); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 123. 1945.

COLOMBIA.—Raudalito de Manimi, en los raudales de Maypures, Río Orinoco (H. & B., tipo).

El raudal secundario de Manimi se halla en el lado occidental de los raudales de Maypures, al pie del cerro de Manimi, es decir en territorio colombiano (véase el mapa de las cataratas de Maypures en “Cuadros de la Naturaleza” de Humboldt, traducción de B. Giner, Madrid 1876, p. 210 (*) y la descripción en “Voyage aux Régions Equinoxiales”, Livre VII, pp. 170 y 173. 1822). Humboldt y Bonpland escalaron el cerro de Manimi varias veces durante su estada en Maypures, y se bañaron en el raudal del mismo nombre.

Dichromena ciliata Vahl var. *Vahliana* (Griseb.)

C. B. Clarke in Urb. Symb. Antill. 2: 101. 1900.

Schoenus tenuifolius HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 228. 1816 (“...et ripa Orinoci prope Maypures”).

Dichromena tenuifolia Spreng., Syst. Veg. 1: 203. 1825.

(*) Este mapa fue reproducido en *Caldasia* 4, 18: 247. 1946.

Rynchospora Vahliana Griseb., Fl. Brit. W. Ind. 577. 1864.

COLOMBIA.—Riberas del Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

Rynchospora aurea Vahl, Enum. 2: 229. 1806; C. B. Clarke in Urb. Symb. Antill. 2: 110. 1900.

Chaetospora aurea HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 231. 1816 ("in humidis Guayanae prope Maypures, ubi Orinoci amnis scopulis infesta est.").

COLOMBIA.—Raudales de Maypures, Río Orinoco (H. & B.).

C. B. Clarke (loc. cit. supra) da la sinonimia de esta especie.

ERIOCAULACEAE

Syngonanthus Humboldtii (Kunth) Ruhland in Engl. Pflanz. 4, 30: 262. 1903.

Eriocaulon umbellatum HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 252. 1816 ("in ripa Orinocensi prope Maypures et rupem Aricagua") NON Lamarck 1786.

Paepalanthus Humboldtii Kunth, Enum. 3: 535. 1845.

COLOMBIA.—Orillas del Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

El *Eriocaulon umbellatum* de Lamarck (*Syngonanthus umbellatus* Ruhl.) es especie distinta (véase Moldenke en Geogr. Distrib. Erioc. 41. 1946).

GRAMINEAE

Echinochloa polystachya (HBK) Hitchcock, Contr. U.S. Nat. Herb. 22: 135. 1920; *ibid.* 22, pt. 6: 501. 1922.

Oplismenus polystachyus HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 107. 1816 ("in sylvis opacatis Orinocensibus prope Maypures et in radicibus montis Cumadaminiari").

COLOMBIA.—Bosques sombreados del Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

En el Index Kewensis se cita erróneamente a México como patria nativa de esta especie. Hitchcock (loc. cit. supra, p. 501) dice apropiadamente "Originally described from Colombia".

Eragrostis maypurensis (HBK) Steudel, Syn. Pl. Glum. 1: 276. 1854; Pittier, Bol. Tecn. No. 1: 22. 1937; Z. Luces, Bol. Tecn. No. 4: 18. 1942.

Poa maypurensis HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 161. 1816 ("in opacatis sylvarum Orinocensium inter Cataractam Sancti Josephi Maypurensis et confluentem Sipapum").

COLOMBIA-VENEZUELA.—Riberas umbrosas del Orinoco, entre Maypures y la boca del Río Sipapo (H. & B., tipo).

Lasiacis divaricata (L.) Hitchcock, Contr. U.S. Nat. Herb. 15: 16. 1910; Pittier, Bol. Tecn. No. 1: 50. 1937.

Panicum divaricatum L., Syst. ed 10: 871. 1759; HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 101. 1816 ("var. *b* in ripa fluminis Orinoco prope Maypures").

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

Hago constar mi sincero agradecimiento a la señora Zoraida Luces de Febres, agrostóloga del Instituto Botánico de Caracas, Venezuela, y al doctor Jason R. Swallen, Smithsonian Institution, Washington, por los datos taxonómicos y nomenclaturales que me suministraron (*in litt.*) acerca de esta especie y de la siguiente:

Mesosetum rottboelioides (HBK) Hitchcock, Contr. U.S. Nat. Herb. 12: 211. 1909; Pittier, Bol. Tecn. No. 1: 41. 1937; Z. Luces, Bol. Tecn. No. 4: 87. 1942; Pittier et al., Cat. Fl. Venez. 1: 101. 1945.

Panicum rottboelioides HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 96, t. 33. 1816 ("in humidis ripae Orinocensis inter Maypures et montem Sipapo.").

COLOMBIA-VENEZUELA.—Riberas del Orinoco, entre Maypures y el "monte" Sipapo (H. & B., tipo).

Olyra longifolia HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 198. 1816 "in humidis Guyanae ad ripam fluminis Guaviare prope San Fernando de Atabapo"; Z. Luces, Bol. Tecn. No. 4: 117. 1942.

COLOMBIA o VENEZUELA.—Orillas del Río Guaviare, en su desembocadura en el Orinoco (H. & B., tipo).

Olyra micrantha HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 199. 1816. ("in umbrosis, humidis ad ripam Orinoci prope cataractam Maypurensium."); Z. Luces, Bol. Tecn. No. 4: 117. 1942.

COLOMBIA.—Orillas sombreadas del Orinoco, cerca de los raudales de Maypures (H. & B., tipo).

Hitchcock (Contr. U.S. Nat. Herb. 22: 504. 1922) dice con error que esta especie fue originalmente descrita del Brasil.

ORCHIDACEAE

Vanilla planifolia Andrews, Bot. Repos. 8, t. 538. 1808; A. F. Hill in Bot. Mus. Leaflet. Harvard Univ. 10, 6: 170. 1942.

Epidendrum Vanilla L., Sp. Pl. ed. 1: 950. 1753 (pro parte).

Vanilla aromatica Sw., Act. Ups. 6: 66. 1799 (pro parte).

Vanilla aromatica Willd., Sp. Pl. 4: 121. 1805 (pro parte).

Vanilla aromatica HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 355. 1816 ("Crescit ad arbores et in fissuris rupium... in ripa fluminis Orinoco prope... (et) cataractas Maypurensium...").

Vanilla fragrans (Salisb.) Ames in Sched. Orch. 7: 36. 1924; A. F. Hill, loc. cit. supra (pro synonym.).

Las localidades citadas por Kunth además de Maypures abarcan muchas regiones apartadas de Centro y Suramérica, y por ende quizás varias especies de *Vanilla*. Es probable que la del Orinoco sea la *V. planifolia* Andrews.

COLOMBIA.—Orillas del Orinoco, en los raudales de Maypures (H. & B.).

“Au milieu des cataractes, sur des écueils d'un accès assez difficile, végète la vanille. M. Bonpland en a recueilli des gousses très aromatiques et d'une longueur extraordinaire.” (Humb., Voy. Rég. Equinox., Livre VII, p. 174. 1822).

RAPATEACEAE

Monotrema flavum (Kunth) Koernicke, Linnaea 37: 478. 1872; Dugand, Caldasia 7, 32: 103. 1955.

Rapatea flava Kunth, Enum. 3: 367. 1841.

“Prope Maypures, leg. Humboldt” (Herb. Willd. no. 1094 et Berlin.).

COLOMBIA.—Cerca de Maypures (H. & B., tipo).

SMILACACEAE

Smilax maypurensis H. et B. ex Willd. Sp. Pl. 4: 776. 1805; HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 270. 1816 (“in ripa Orinoci prope Maypures in humidis”); A. DC. Mon. Phan. 1: 111. 1878; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 174. 1945.

COLOMBIA.—Orillas del Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

XYRIDACEAE

Abolboda pulchella Humb. et Bonpl., Pl. Aequin. 2: 110, t. 114. 1813; HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 256. 1816 (“locis humidis opacatis prope Maypures Orinocensium.”); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 155. 1945; J. M. Idrobo, Caldasia 6, 29: 250. 1954.

COLOMBIA.—Cerca de Maypures, Río Orinoco (H. & B., tipo).

2.—DICOTYLEDONEAE

ACANTHACEAE

Stenandrium Humboldtianum Nees in DC. Prodr. 11: 284. 1847 (“Atures, Maypures Americae meridionalis - Humboldt in herb. gen. berol.”); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 416. 1947.

COLOMBIA.—Río Orinoco, Maypures (H. & B.).

En su monografía de las Acantáceas colombianas (Contr. U.S. Nat. Herb. 31, pt. 2: 127. 1953) E. C. Leonard no cita a Maypures y dice que el tipo es de Atures, en el lado venezolano del Orinoco.

AMARANTHACEAE

Alternanthera pungens HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 206. 1818 (“in ripa Orinoci prope nobilem cataractam Maypurensium.”); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 283. 1945.

COLOMBIA.—Orillas del Orinoco, cerca de los raudales de Maypures (H. & B., tipo).

La sinonimia de esta especie la señala Standley en Macbr. Fl. Perú (Field Bot. Ser. 13, 2, pt. 2: 507. 1937).

ANACARDIACEAE

Tapirira guianensis Aublet, Hist. Pl. Guian Franç. 1: 470, t. 188. 1775; Tr. et Pl., Ann. Sc. Nat., sér. 5, 14: 294. 1872.

Comocladia? Tapaculo HBK., Nov. Gen. et Sp. 7: 18. 1824 (“prope Maypures... ad ripam Orinoci”); DC. Prodr. 2: 66. 1825.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

ANONACEAE

Guatteria maypurensis HBK., Nov. Gen. et Sp. 5: 64. 1821 (“prope Maypures”); DC. Prodr. 1: 94. 1824; R. E. Fries, Acta Hort. Berg. 12, 3: 473. 1939; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 300. 1945.

COLOMBIA.—Cerca de Maypures, Río Orinoco (H. & B., tipo).

Xylopia aromatica (Lam.) Martius, Fl. Bras. 13, 1: 43. 1841; R. E. Fries, Acta Hort. Berg. 10, 1: 106, 108. 1930.

Uvaria aromatica Lamareck, Encyc. 1: 596. 1783 (syn. [Aubl. except]. excl.).

Unona xylopioides Dunal, Mon. Anon. 117, t. 21. 1817; HBK., Nov. Gen. et Sp. 5: 62. 1821 (“prope Maypures Orinocensium et prope Mariquitam Novo-Granatensium”); DC. Prodr. 1: 92. 1824.

Véase también Humboldt en la narración de su viaje por el Orinoco (Voy. Rég. Equinox., Livre VII, pp. 200-202. 1822).

Triana y Planchon (Prodr. Fl. Novogran. 37. 1862) citan a *Unona xylopioides* en la sinonimia de *Xylopia longifolia* A. DC.

Fries (*loc. cit. supra*) sitúa correctamente a Maypures en Colombia.

APOCYNACEAE

Mandevilla subsagittata (R. et P.) Woodson, Ann. Missouri Bot. Gard. 19: 69. 1932; *ibid.* 20: 743 (139). 1933; *ibid.* 23: 248 (420). 1936; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 300. 1947.

Echites subsagittata Ruiz et Pavon, Fl. Peruv. 2: 19. 1799.

Echites gracilis HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 219. 1819 (“in humidis inter caractas Aturensium et Maypurensium, ad ripam fluminis Orinoci”).

Echites speciosa HBK., Nov., Gen. et Sp. 3: 219. 1819 (“Crescit cum praecedente [*E. gracilis*]”).

COLOMBIA.—Orillas del Río Orinoco, entre los raudales de Atures y de Maypures (H. & B., tipos de *Echites gracilis* HBK. y *E. speciosa* HBK.).

ARISTOLOCHIACEAE

Aristolochia nummularifolia HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 145, t. 90. 1817 (“in umbrosis fluminis Orinoci

juxta Maypures."); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 274, 1945.

COLOMBIA.—Vegas sombreadas del Orinoco, en Maypures (H. & B., tipo).

Hoehne (Fl. Brasílica 15, 2: 126. 1942) cita esta especie como igual quizás a *A. Claussenii* Duchtr. 1854. Véase también las observaciones adicionales de este mismo autor en Arq. Bot. Est. Sao Paulo 2, fasc. 4: 101. 1947. Si ello fuera cierto tendría primacía el epíteto *nummularifolia*.

BIGNONIACEAE

Arrabidaea Chica (HBK) Verlot, Rev. Hort. 1868: 154. 1868; Baillon, Hist. Pl. 10: 22. 1891; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 403. 1947.

Bignonia Chica Humb. et Bonpl., Pl. Aequin. 1: 107, t. 31. 1808; HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 140. 1819 ("in ripa fluminum Orinoci... juxta Maypures..."); DC. Prodr. 9: 151. 1845.

COLOMBIA.—Orillas del Río Orinoco, en Maypures (H. & B.).

Jacaranda obtusifolia Humb. et Bonpl., Pl. Aequin. 1: 62, t. 18. 1805; HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 145. 1805; Humboldt, Voy. Rég. Equinox., Livre VII: 173 adnot 1. 1822; Sandwith, Lilloa 3: 464. 1938, necnon in Kew Bull. 1953: 458. 1954; Dugand, Mutisia 23: 12-15. 1954.

COLOMBIA.—Río Orinoco, Maypures.

El nombre de esta bignoniácea aparece en una lista de plantas de Maypures al pie de la p. 173 (nota 1) de la narración de Humboldt (Voy. Rég. Equinox., Paris 1822). El tipo es de Carichana, Venezuela.

BORRAGINACEAE

Cordia polystachya HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 73. Feb. 1819 ("in ripa fluminis Orinoci prope cataractam Maypurensium"); DC. Prodr. 9: 491. 1845; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 325. 1947. *Cordia canescens* Willd. ex Roem. et Schult., Syst. Veg. 4: 799. 1819, NON HBK. 1819!

COLOMBIA.—Riberas del Río Orinoco, cerca de los raudales de Maypures (H. & B., tipo).

COMBRETACEAE

Combretum rotundifolium L. C. Rich., Act. Soc. Hist. Nat. Paris 1: 108. 1792; Exell, Jour. Linn. Soc. Lond., Bot. 55: 121-122. 1953.

Combretum elegans HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 109. 1823 ("in umbrosis ad ripam Orinoci, prope La Playa de Guaripa"); DC. Prodr. 3: 19. 1828; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 202. 1947.

COLOMBIA.—Márgenes del Orinoco, cerca de la playa de Guaripa (H. & B., tipo).

Ya he demostrado en otra publicación (Rev. Acad. Col. Cienc. 9, 35: 210 et seq., 1954) que el lugar llamado "Playa de Guaripa" o "Guaripo" se halla en la ribera colombiana del Orinoco.

COMPOSITAE

Centratherum punctatum Cassini, Dict. Sc. Nat. 7: 384. 1817; DC. Prodr. 5: 70. 1836; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 479. 1947.

Ampherephis aristata HBK., Nov. Gen. et Sp. 4: 32, t. 314. 1820 ("in ripa fluvii Orinoci prope pagum Maypures").

COLOMBIA.—Orillas del Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

EUPHORBIACEAE

Chamaesyce prostrata (Ait.) Small, Fl. S. East. U.S. 713. 1905.

Euphorbia prostrata Aiton, Hort. Kew., ed. 1, 2: 139. 1789; Boissier in DC. Prodr. 15, pt. 2: 47. 1862; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 91. 1947.

Euphorbia tenella HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 53. 1817 ("regione ferventissima ad ripas Orinoci prope Maypures...").

COLOMBIA.—Riberas del Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

Phyllanthus hyssopifolioides HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 108. 1817 ("in sylvis Orinocensibus prope cataractam Maypurensium, locis humidis").

Phyllanthus "hyssopifolius" Kunth, Synops. Pl. Aequin. 1: 419. 1822 et 4: 324. 1825; Muell. Arg. in DC. Prodr. 15, pt. 2: 390. 1866; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 67. 1947.

COLOMBIA.—Lugares húmedos en las selvas del Orinoco cerca de los raudales de Maypures (H. & B., tipo).

El epíteto original de esta especie es *hyssopifolioides*, y no *hyssopifolius* como aparece tantas veces citado.

Phyllanthus rupestris HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 110. 1817 ("in ripa obumbrata fluvii Orinoci inter Maypures et San Fernando de Atabapo; item in rupibus juxta confluentem Zamae."); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 68. 1947.

Phyllanthus rupestris var. *genuinus* Muell. Arg. in DC. Prodr. 15, pt. 2: 395. 1866.

COLOMBIA.—Riberas sombreadas del Río Orinoco, entre Maypures y San Fernando de Atabapo, y también en la boca del Río Zama (H. & B., tipo).

El 22 de abril de 1800 Humboldt y Bonpland acamparon en una playa cercana a la boca del Río Zama, a pocas leguas arriba de la del Vichada, y lo mismo que ésta en el lado colombiano del Orinoco (véase Dugand en Rev. Acad. Col. Cienc., 9, 35: 212. 1954).

El Index Kewensis cita erróneamente la localidad como perteneciente al Brasil.

FLACOURTIACEAE

Ryania dentata (HBK) Miquel, Ann. & Mag. Nat. Hist., ser. 1, 11: 16. 1843; Monachino, Lloydia, 12; 4: 20. 1949.

Patrisia dentata HBK., Nov. Gen. et Sp. 5: 357. 1823 ("locis umbrosis, arenosis, inter Atures et Maypures."); DC. Prodr. 1: 256. 1824.

Patrisia affinis HBK., loc. cit.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

GENTIANACEAE

Lisianthus uliginosus var. *grandiflorus* Griseb. in DC. Prodr. 9: 76. 1845 (NON *L. grandiflorus* Aublet 1775!).

Lisianthus purpurascens HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 182. 1819 ("locis inundatis, inter pagum San Fernando de Atabapo et cataractam Maypurensium") NON *L. purpurascens* Aublet 1775!

Lisianthus uliginosus Griseb. pro Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 292. 1947.

COLOMBIA-VENEZUELA.—Río Orinoco, entre San Fernando de Atabapo y los raudales de Maypures (H. & B., tipo).

Kunth cita a "*L. purpurascens* Aubl. Guj. 1. p. 205. t. 81" pero esta página y lámina corresponden a *L. grandiflorus* Aublet. Según Grisebach la planta del Orinoco no es ni *purpurascens* ni *grandiflorus* sino una variedad de su *L. uliginosus*.

El nombre varietal de este taxon parece ser posterior a *L. uliginosus* β *guianensis* Griseb., Gen. et Sp. Gentian. 182. 1839; pero no tengo a mano el dato preciso para comprobarlo. En cuanto a *L. grandiflorus* "Willd. herb. 3560", citado por Grisebach, es apenas un *nomen*.

HYPERICACEAE

Vismia ferruginea HBK., Nov. Gen. et Sp. 5: 183. 1822 ("ad Orinocum inter Atures et Maypures"); DC. Prodr. 1: 542. 1824.

Vismia ferruginea var. *Lindeniana* Decne. pro Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 158. 1947.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

Triana y Planchon (Ann. C. Nat., ser. 4, 18: 301. 1862) consideran a *V. ferruginea* HBK. como sinónimo de *V. lauriformis* (Lam.) Choisy, y en la misma categoría citan a *V. Lindeniana* Decne. ex Turcz. Sin embargo, los tres conceptos son al parecer distintos específicamente.

LAURACEAE

Aniba Canelilla (HBK) Mez, Jahrb. Bot. Gart. Berl. 5: 53. 1889.

Cryptocarya Canelilla HBK., Nov. Gen. et Sp. 7: 192, t. 645. 1825 ("...item prope cataractam Maypurensium").

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de los raudales de Maypures (H. & B.) y en la boca del Río Vichada (Humb. in narr.).

Meissner (in DC. Prodr. 15, pt. 1: 74-76. 1864) no menciona esta especie entre las *Orytocarya* ame-

ricanas y ni siquiera entre las que él excluyó de este género.

En el Libro VII, página 220, del "Voyage aux Régions Equinoxiales du Nouveau Continent" Humboldt narra que, habiendo desembarcado momentáneamente (el 22 de abril de 1800) para examinar la vegetación en la boca del Río Vichada, Bonpland encontró allí varios árboles de "Varimacu" (= Uarimacu o Guarimaco) o *canelilla*. Refiérese el célebre viajero a esta planta con el nombre de "Laurus cinammomoides", pero es de notar que el verdadero *Laurus cinammomoides* HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 169. 1817, es especie distinta, transferida posteriormente por Nees von Esenbeck al género *Nectandra* (en Syst. Laurin. 307. 1836). Esta última se ha citado muchas veces en la literatura botánica popular con el nombre de "Canelo de los Andaquíes" y fue la que Mutis cultivó en Mariquita.

LEGUMINOSAE - MIMOSOIDEAE

Inga edulis Martius, Flora 20: Beibl. 113. 1837; Bentham, Trans. Linn. Soc. Lond. 30, pt. 3: 630. 1875.

Inga vera HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 289. 1824 ("prope Maypures Orinocensium") NON Willd.!

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

Mimosa tomentosa Humb. et Bonpl. ex Willd. Sp. Pl. 4: 1033, 1805; HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 253. 1824 ("in ripa fluminis Orinoci, prope Maypures..."); DC. Prodr. 2: 427. 1825; Bentham, Trans. Linn. Soc. Lond. 30, pt. 3: 399. 1875; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 339. 1945.

COLOMBIA.—Orillas del Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

Bentham (loc. cit. supra) situó correctamente a Maypures en Colombia.

Piptadenia peregrina (L.) Bentham in Hook. Journ. Bot. 4: 340. 1842, et in Trans. Linn. Soc. Lond. 30, pt. 3: 373. 1875; Dugand, Caldasia 4, 16: 51. 1946.

Mimosa peregrina L., Sp. Pl. ed. 1: 520. 1753.

Acacia peregrina Willd., Sp. Pl. 4: 1073. 1806; DC. Prodr. 2: 476. 1825.

Acacia Niopo HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 282. 1824 ("prope Maypures...").

Niopa peregrina Britton & Rose, Addisonia 12: 37. 1927.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

LEGUMINOSAE - CAESALPINIOIDEAE

Chamaecrista flexuosa (L.) Greene, Pittonia 4: 27. 1899.

Cassia flexuosa L., Sp. Pl. ed. 1: 379. 1753.

Cassia arenaria HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 370. 1824 ("in arenosis, umbrosis, prope Maypures"); DC. Prodr. 2: 505. 1825.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo de *C. arenaria*).

LEGUMINOSAE — PAPILIONATAE

Clitoria guianensis (Aubl.) Benth., Journ. Linn. Soc. Bot. 2: 40. 1858, necnon in Mart. Fl. Bras. 15, 2: 121. 1859.

Crotolaria guianensis Aublet, Hist. Pl. Guian. Franç. 2: 761, t. 305. 1775.

Neurocarpum angustifolium Kunth, Mimos. 218, t. 60. 1819; HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 408. 1824 (“in arenosis prope Maypures Orinocensium...”); DC. Prodr. 2: 235. 1825.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., parte del tipo de *Neurocarpum angustifolium*). Kunth (en HBK.) describe un ejemplar de Maypures y otro de Quetepe, en la “Nueva Andalucía” (región de Cumaná, Venezuela).

Crotalaria maypurensis HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 403. 1824 (“in ripa Orinoci, prope Maypures”); DC. Prodr. 2: 132. 1825; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 404. 1945; Dugand, Caldasia 4, 16: 54. 1946.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

En sus “Papilionáceas de Venezuela” (Bol. Tecn. No. 5, p. 129, 1944) Pittier dice que Llewelyn Williams volvió a encontrar la planta en la misma localidad del tipo (Maypures).

MALVACEAE

Pavonia pellita HBK., Nov. Gen. et Sp. 5: 282. 1822 (“locis humidis prope Maypures, ad ripam Orinoci”); DC. Prodr. 1: 444. 1824; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 128. 1947.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

MARCGRAVIACEAE

Souroubea guianensis Aublet, Hist. Pl. Guian. Franc. 1: 244, t. 97. 1775; HBK., Nov. Gen. et Sp. 7: 219. 1825 (*guyannensis*) (“inter Maypures et San Fernando de Atabapo”); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 147. 1947.

Ruychia Souroubea Swartz, Prodr. Veg. Ind. Occid. 50. 1788, necnon in Fl. Ind. Occid. 504. 1797; DC. Prodr. 1: 566. 1824.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

MELASTOMACEAE

Aciotis viscosa (Naud.) Triana, Trans. Linn. Soc. Lond. 28: 52. 1871; Cogn. In DC. Mon. Phan. 7: 310. 1891 Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 244. 1947.

Spennera viscosa Naudin, Ann. Sc. Nat. ser. 3, 14: 146. 1850.

Melastoma viscosa Bonpl. ined. (ex Naudin loc. cit.).

COLOMBIA.—Río Orinoco, “in America aequatoriali prope Maypures. Bonpland” ex Triana, loc. cit. (H. & B., tipo).

Comolia leptophylla (Bonpl.) Naudin, Ann. Sc. Nat. ser. 3, 13: 27. 1849; Triana, Trans. Linn. Soc. Lond. 28: 37. 1871; Cogn. in DC. Mon. Phan. 7: 279. 1891; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 245. 1947.

Rhexia leptophylla Bonpland, Mon. Rhex. 64, t. 24. 1823; HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 170. 1824 (“in umbrosis ad Orinocum, inter Atures et Maypures”).

Tricentrum? leptophyllum DC., Prodr. 3: 123. 1828.

COLOMBIA.—Río Orinoco, “ad vicum Maypures in umbrosis Orinoci. Bonpland” ex Triana loc. cit. (H. & B., tipo).

Macairea albiflora Cogniaux in Mart. Fl. Bras. 14, 3: 246. 1885; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 246. 1947.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.), ex Pittier et al., loc. cit.

Cogniaux (en DC. Mon. Phan. 7: 177. 1891) no cita de Maypures el ejemplar de Humboldt y Bonpland sino el 3719 de Spruce.

Miconia aplostachya (Bonpl.) DC., Prodr. 3: 183. 1828; Triana, Trans. Linn. Soc. Lond. 28: 117. 1871.

Melastoma aplostachya Bonpland, Mon. Mélast. 1, t. 1. 1816 (“Habitat juxta flumen Orenocum prope Atures et Maypures”).

Melastoma aplostachyum HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 168. 1823 (“juxta flumen Orinoco, prope pagos Atures et Maypures”).

COLOMBIA-VENEZUELA.—Río Orinoco, cerca de Atures y Maypures (H. & B., tipo).

Ni Triana, ni Cogniaux, en sus monografías respectivas de las Melastomáceas, ni Pittier et al. en el Catálogo de la Flora Venezolana citan esta especie para Maypures. Bonpland, al final de su descripción original dice: “Nous avons trouvé le *Melastoma aplostachya* formant des bois entiers avec diverses espèces de myrtes, de phyllanthus et de bombax, près des villages de Maypuré et d’Aturés sur les bords du fleuve de l’Orénoque” (Bonpl., Mon. Mélast. p. 2 in obs.).

Miconia laevigata (L.) DC., Prodr. 3: 188. 1828; Triana, Trans. Linn. Soc. Lond. 28: 106. 1871.

Melastoma laevigata L., Syst. 10, ed. 2: 1022. 1759.

Melastoma pyramidalis Desrousseau in Lamarck, Encyc. 4: 53. 1797; Bonpl. Mon. Melast. 48, t. 21. 1816.

Melastoma pyramidale HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 163. 1823 (“ad ripam Orinoci, prope Maypures et Atures”).

Melastoma pyramidalis var. *sphaerocarpa* DC., Prodr. 3: 188. 1828.

COLOMBIA.—Orillas del Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

Triana, en su monografía de las Melastomáceas, no cita la colección de Maypures ni hace mención de la cita de Kunth en HBK. Cogniaux (en DC. Mon. Phan. 7: 798. 1891) tampoco cita el ejemplar de Maypures. Bonpland (Mon. Mélast. p. 49) dice: "Nous avons trouvé le *Melastoma pyramidalis* dans les bosquets de Maypuré et d'Aturès, sur les bords de l'Orénoque".

Pterogastra divaricata (Bonpl.) Naudin, Ann. Sc. Nat., ser. 3, 13: 33. 1849; Triana, Trans. Linn. Soc. Lond. 28: 40. 1871. Cogn. in DC. Mon. Phan. 7: 181-182, 1891.

Rhexia divaricata Bonpland, Mon. Rhex. 59, t. 22. 1823; HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 170. 1824 ("in umbrosis fluminis Orinoci, prope Maypures frequens").

Chateogastra divaricata DC., Prodr. 3: 132. 1828.

COLOMBIA.—Orillas sombreadas del Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

MYRISTICACEAE

Myristica orinocensis HBK., Nov. Gen. et Sp. 7: 191. 1825 ("in sylvis umbrosis Orinocensium inter Maypures et San Fernando de Atabapo").

COLOMBIA-VENEZUELA.—Río Orinoco, entre Maypures y San Fernando de Atabapo (H. & B., tipo).

A. C. Smith (Brittonia 2, 5: 509. 1937) dice que no ha visto el tipo de esta especie. Según Bentham (in Jour. Bot. & Kew Misc. 5: 1. 1853) es probablemente una Euforbiácea - *Pera?*). Mueller de Argovia (in DC. Prodr. 15, pt. 2: 1031 in obs. 1866) dice: "Monente cl. Benth. (in Hook Journ. of Bot. 1853, p. 1) huic generi forte adscribenda esset *Myristica Orinocensis* Kunth in Humb. et Bonpl. Nov. gen. et sp. plant. vol. 7, p. 191, sed specimen originale in ipsissimo hb. Kunthiani, in hb. Mus. paris. servato, haud inveni, et rem elucidare dein haud potui."

MYRTACEAE

Calycolpus calophyllus (HBK) Berg in Mart. Fl. Bras. 14, 1: 412. 1857; Pittier et al. Cat. Flo. Venez. 2: 195. 1947.

Myrtus calophylla HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 133. 1823 ("prope Maypures Orinocensium"); DC. Prodr. 3: 239. 1828.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

Eugenia pubescens (HBK) DC., Prodr. 3: 282. 1828; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 199. 1947.

Myrtus pubescens HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 143. 1823 ("prope Maypures Orinocensium").

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

Marlierea umbraticola (HBK) Berg in Mart. Fl. Bras. 14, 1: 35. 1857; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 198. 1947.

Myrtus umbraticola HBK., Nov. Gen. et Sp. 7: 258. 1825 ("locis umbrosis, ad ripam fluminis Orinoco, prope Maypures"); DC. Prodr. 3: 242. 1828.

COLOMBIA.—Orillas sombreadas del Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

ONAGRACEAE

Jussiaea nervosa Poiret var. *nervosa*

Jussiaea nervosa Poiret in Lamarck, Encyc. Suppl. 1, 3: 199. 1813.

Jussiaea maypurensis HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 100, t. 531. 1823 ("in humidis prope Maypures, ad ripam Orinoci"); DC. Prodr. 3: 56. 1828.

Jussiaea nervosa Poir. var. *typica* Munz, Darwiniana 4: 208. 1942; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 256. 1947.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo de *J. maypurensis*).

Esta especie figura con el nombre de "Oenothera maypurensis" en una lista parcial de plantas de Maypures al pie de la p. 173 (in adnot.) del Libro VII del "Voyage aux Régions Equinoxiales du Nouveau Continent" de Humboldt.

PASSIFLORACEAE

Passiflora auriculata HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 131. 1817 ("in umbrosis, humidis, prope cataractam Maypures Orinocensium"); DC. Prodr. 2: 323. 1828; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 173. 1947.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de los raudales de Maypures (H. & B., tipo).

En su monografía de las Pasifloráceas americanas, Killip (Field Bot. Ser. 19, pt. 1: 122-124. 1938) cita el tipo como procedente de Venezuela, Estado Amazonas, "Maypure Cataracts", y es el único ejemplar que señala para Venezuela. Pittier et al. (*loc. cit. supra*) dan otras localidades venezolanas para esta especie.

PHYTOLACCACEAE

Microtea maypurensis (HBK) G. Don in Loudon Hort. Brit., ed. 2: 98. 1832; Moquin in DC. Prodr. 13, pt. 2: 17. 1849; Heimerl in Engl. & Prantl Nat. Pflanzenf. 16-C: 162, fig. 75. 1934; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 188. 1945.

Ancistrocarpus maypurensis HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 186, t. 122. 1817 ("locis opacatis sylvarum Orinocensium, prope cataractam Maypurensium").

Ceratococca maypurensis H. et B. ex R. et S., Syst. Veg. 6: 800. 1820.

COLOMBIA.—Selvas sombrías del Orinoco, cerca del raudal de Maypures (H. & B., tipo).

Moquin-Tandon, en el Prodrômus de De Candolle, da la sinonimia de esta especie y sitúa la localidad del tipo "In regno Nogo-Granatensi prope cata-

ractam Maypurensis", aserto que no por lo casual es menos notable por la época en que se hizo, considerando que en aquel entonces faltaba mucho tiempo para determinar la frontera colombo-venezolana .

PIPERACEAE

Peperomia maypurensis HBK., Nov. Gen. et Sp. 1: 66. 1816 ("in sylvis Orinocensibus, ad arborum truncos, juxta El Raudal de Maypures"); C. DC. Prodr. 16, pt. 1: 442. 1869; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 245. 1945; Trel. & Yunck. Piper. North. S. Amer. 2: 663. 1950.

Piper maypurensis Poir. in Lam. Encyc. 4: Suppl. 468. 1816; Roem. et Schult., Syst. 1: 332. 1818.

COLOMBIA.—Selvas del Orinoco junto al raudal de Maypures (H. & B., tipo).

En un trabajo tan reciente como el de Trelease y Yuncker citado arriba se asigna equivocadamente a la flora de Venezuela el único ejemplar que se conoce de *Peperomia maypurensis*.

POLYGALACEAE

Polygala gracilis HBK., Nov. Gen. et Sp. 5: 401. 1823 ("locis humidis, prope pagum Maypures Orinocensium"); DC. Prodr. 1: 328. 1824; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 59. 1947.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de la aldea de Maypures (H. & B., tipo).

Polygala variabilis HBK., Nov. Gen. et Sp. 5: 397, t. 509. 1823 ("var. *a* floribus roseis prope pagum Maypures..."); DC. Prodr. 1: 328. 1824 ("var. *b* floribus albis prope Maypures"); Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 61. 1947.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de la aldea de Maypures (H. & B., tipo).

Quizás por un error de transcripción De Candolle señaló la variedad de flores blancas para Maypures. En el H. B. K. se señala solamente la de flores rosadas.

PORTULACACEAE

Portulaca pusilla HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 71. 1823 ("in rupibus prope Maypures Orinocensium"); DC. Prodr. 3: 354. 1828; Pax & Hoffm. in Engl. Nat. Pflanzenf. 16-C: 248. 1934 ("Venezuela").

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

Pittier et al. no citan a Maypures en el Catálogo de la Flora Venezolana (1: 293. 1945).

Portulaca teretifolia HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 73. 1823 ("in ripa arenosa Orinoci et Fluminis Nigri, prope Carichana, Maypures..."); DC. Prodr. 3: 355. 1828; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 1: 293. 1945.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

En el Index Kewnsis se asimila dubitativamente este concepto a *P. pilosa* L. (Sp. Pl. ed. 1: 445. 1753). Pittier et al., (Cat. Fl. Venez. 1: 293) citan tanto a la *P. pilosa* como a *P. teretifolia* HBK. dando exactamente las mismas localidades de Humboldt y Bonpland para ambas. No tengo a mano datos suficientes para aclarar esta aparente ambigüedad.

RUBIACEAE

Cephaelis microcephala H. & B. ex Roem. et Schult., Syst. Veg. 5: 214. 1819; Standl., Field Bot. Ser. 7: 427. 1931; Pittier et al. Cat. VI. Venez. 2: 449. 1947.

Cephaelis prunifolia HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 377, Novemb. 1819 ("in ripa obumbrata Orinoci, juxta cataractam Maypurensium"); DC. Prodr. 4: 535. 1830.

Psychotria microcephala Muell. Arg., Fl. Bras. 6, 5: 351. 1881.

COLOMBIA.—Orillas sombreadas del Río Orinoco, cerca del raudal de Maypures (H. & B., tipo).

Es de notar que *C. microcephala* y *C. prunifolia* se basan en el mismo tipo de Maypures. La publicación de Roemer y Schultes salió poco antes que el fascículo correspondiente de H. B. K. en el mismo año de 1819.

Faramea sessilifolia (HBK) DC., Prodr. 4: 497. 1830; Standl., Field Bot. Ser. 7: 418. 1931; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 446. 1947.

Tetramerium sessilifolium HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 374. 1819 ("in sylvis Orinocensium, inter Maypures et S. Fernando de Atabapo").

COLOMBIA-VENEZUELA.—Selvas del Orinoco, entre Maypures y San Fernando de Atabapo (H. & B., tipo).

Platycarpum orinocense Hum. et Bonpl., Pl. Aequin. 2: 81, t. 104. 1809 (*orenocense*); HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 152. 1819; DC. Prodr. 9: 233. 1845; Standl., Field Bot. Ser. 7: 369. 1931.

Sickingia orinocensis Spreng., Syst. Veg. 2: 622. 1825.

COLOMBIA.—Río Orinoco, Maypures (ex Hoehne in Bol. Tecn. Inst. Agron. Norte No. 4: 26. 1945).

El tipo de esta especie es aparentemente de Atures, en el lado venezolano del Orinoco, si nos atenemos a la indicación original de "ad ripas fluvii Orenocum juxta vicum Atures". No obstante, Humboldt y Bonpland (Pl. Aequin. 2: 83 in obs.) manifiestan que encontraron este árbol *una sola vez entre Atures y Maypures*, sobre rocas graníticas, y bien sabido es que una vez salidos de Atures el 17 de abril sólo se detuvieron en la margen izquierda del Orinoco (abajo de la isla de Tomo, en la noche del 17 al 18, y en la boca del Río Tomo al día siguiente, además de Maypures a donde llegaron en la noche del mismo día 18).

Spruce 3669, Junio 1854, es de Maypures.

El género *Platycarpum* fue originalmente descrito como perteneciente a las Bignoniáceas.

Psychotria maypurensis H. & B. ex Roem. et Schult., Syst. Veg. 5: 190. 1819; Standl., Field Bot. Ser. 7: 453. 1931; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 455. 1947.

Patabea alba HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 375. Novemb. 1819 ("ad Orinocum, prope Maypures et Sap Fernando"); DC. Prodr. 5: 524 et 537. 1830.

Cephaelis cymosa Spreng., Syst. Veg. 1: 749. 1825.

COLOMBIA-VENEZUELA.—Río Orinoco, cerca de Maypures y San Fernando de Atabapo (H. & B., tipo). Standley, lo mismo que Pittier et al. (*loc. cit. supra*) citan el tipo como de Maypures.

Tanto *P. maypurensis* como *Patabea alba* HBK se basan en el mismo tipo. La publicación de Roemer y Schultes salió poco antes que el fascículo correspondiente del H. B. K. en el mismo año de 1819.

Rudgea cornifolia (H. & B. ex R. & S.) Standley, Field Bot. Ser. 7: 432. 1931; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 451. 1947.

Psychotria cornifolia H. & B. ex Roem. et Schult., Syst. Veg. 5: 191. 1819.

Psychotria cornifolia HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 362. Novemb. 1819 ("prope Maypures Orinocensium"); DC. Prodr. 4: 511. 1830.

Psychotria orinocensis DC., Prodr. 4: 512. 1830.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

P. cornifolia R. et S. y *P. cornifolia* HBK. no sólo son homónimos sino tipónimos. La publicación de Roemer y Schultes salió poco antes que el fascículo correspondiente del H. B. K. en el mismo año de 1819.

SCROPHULARIACEAE

Schwenkia hirta Klotsch in Linnaea 14: 289. 1840; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 349. 1947.

Schwenkia americana HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 375, t. 180. 1818 ("in sylvis opacis Orinocensibus, juxta Maypures...") NON L. 1764!

Schwenkia hirta var. *b* Benth. in DC. Prodr. 10: 194. 1846.

COLOMBIA.—Selvas umbrosas del Orinoco, cerca de Maypures (H. & B.).

Solanum crinitipes Dunal in DC. Prodr. 13, pt. 1: 317. 1852; Morton, Contr. U.S. Nat. Herb. 29, pt. 1: 71. 1944.

Solanum formosum H. et B. ex Dunal, Solan. Syn. 35. 1816; HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 44. 1818 ("in locis umbrosis sylvarum Orinocensium, prope Maypures"); Dunal in DC. Prodr. 13, pt. 1: 342. 1852; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 372. 1947. NON *S. formosum* Weinm. 1810!

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo de *Solanum formosum* Dunal).

Morton (*loc. cit. supra*) señala que *S. formosum* Dunal es homónimo posterior de *S. formosum* Weinm. 1810. Dice Morton además: "This common species from Colombia and Ecuador has usually been identified as *S. formosum* HBK., which may not be the same. In any case the name is not available, being a homonym."

Solanum oliganthum H. & B. ex Dunal Solan. Syn. 8. 1816; HBK. Nov. Gen. et Sp. 3: 23. 1818 ("in ripa Orinocensi prope Maypures"); Dunal in DC. Prodr. 13, pt. 1: 123. 1852; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 381. 1947.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

Solanum platyphyllum H. & B. ex Dunal Solan. Syn. 38. 1816; HBK., Nov. Gen. et Sp. 3: 45. 1818 ("in sylvis Orinocensibus, inter confluentem Metae et cataractam Maypurensium"); Dunal in DC. Prodr. 13, pt. 1: 280. 1852.

COLOMBIA-VENEZUELA.—Selvas del Orinoco entre la confluencia del Meta y el raudal de Maypures (H. & B., tipo).

TURNERACEAE

Piriqueta villosa Aublet, Hist. Pl. Guian. Franç. 1: 298, t. 117. 1775; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 173. 1947.

Piriqueta tomentosa HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 128. 1823 ("inter Atures et Maypures"); DC. Prodr. 3: 347. 1828.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

Turnera acuta Willd. ex Roem. & Schult., Syst. 6: 678. 1820.

Turnera carpinifolia HBK., Nov. Gen. et Sp. 6: 125. 1823 ("in ripa humida fluminis Orinoci, prope Maypures"); DC. Prodr. 3: 347. 1828.

COLOMBIA.—Río Orinoco, cerca de Maypures (H. & B., tipo).

Pittier et al. (Cat. Fl. Venez. 2: 172. 1947) citan la *T. acuta* como común en Venezuela, pero no mencionan a Maypures como localidad tipo.

VERBENACEAE

Vitex orinocensis HBK., Nov. Gen. et Sp. 2: 247. 1818 ("locis frondosis juxta confluentem Metae et Orinoci amnem"); Schauer in DC. Prodr. 11: 688. 1847; Pittier et al. Cat. Fl. Venez. 2: 340. 1947; Moldenke, Known Geogr. Distr. Verb. 65. 1949.

COLOMBIA-VENEZUELA. — Selvas frondosas junto a la confluencia del Orinoco y el Meta (H. & B., tipo).

Prosiguiendo la preparación de un catálogo crítico de la flora fanerogámica de Colombia he encontrado en la familia de las Moráceas varias especies nuevas o insuficientemente conocidas en la literatura presente. Sus descripciones se publican en esta Nota, en su mayor parte dedicada al género *Cecropia*. Como base de una futura monografía de este género y para mejor comprender las especies colombianas he tenido necesidad de estudiar otros materiales suramericanos. Por no dispersar demasiado los resultados del estudio se incluyen en este artículo descripciones referentes a cinco especies peruanas y una boliviana de *Cecropia*. Aparte las mías propias, son consideradas en este trabajo colecciones de Philipson, Idrobo, Gutiérrez, Barkley, Schultes, Cabrera, Little, Jaramillo, Mesa, Fernández, Ferreyra, Woytkowsky, Soukup y Steinbach. La descripción de *Pourouma cuatrecasasii* fue suministrada por Paul Standley. Las colecciones están depositadas en Chicago Natural History Museum, United States National Herbarium, New York Botanical Garden, Herbario Nacional Colombiano (Bogotá) y Facultad de Agronomía del Valle (Palmira, Colombia). El trabajo fue realizado en funciones de Investigador de "National Science Foundation" de los Estados Unidos en el Chicago Natural History Museum.

MORACEAE

CECROPIA HISPIDISSIMA Cuatr., sp. nov.

Arbor magna ramis terminalibus internodiis 3-5 cm. longis, hispidis pilis longis patentibus rigidis pungentibus munitis.

Folia peltata crasse firmeque coriacea valide petiolata. Lamina palmata profundissime in 12-14 lobos fissa, lobis elliptico-oblongis elongatis basim versus sine sensu attenuatis ab apicem angustatis subacuminatis acutis interdum obtusiusculis margine leviter sinuatis, maximis ab insertione petiolo usque ad apicem 46-48 cm. longis 12-13 cm. latis, minimis 31-34 cm. longis 11-12 cm. latis, parte centrali concreescenti 4-7 cm. radii; supra in vivo laeti viridis nitida, glabra et minutissime granulosa nervis principalibus filiformibus notatis ceteris inconspicuis; subtus costis validis breviter sparseque puberulis et velo tenui albo arachnoideo deciduo praeditis, nervis secundariis valde eminentibus robustiusculis ochraceo-brunnescentibus (in vivo viri-

dis) minute puberulis parallelis subpatulis 1-1.5 cm. inter se distantibus, nervis tertiis transversis copiosis prominulis plus minusve cum indumento velatis, reliqua cum dense tomento lanato compresso albo subargentato tecta. Petiolus validus usque ad 1 cm. longus, in vivo basi 3 cm. latus, pilis minimis sparsis velo arachnoideo albo et pilis rigidis patulis pungentibus copiose munitis, pulvinulo basi brunneo-tomentoso.

Stipula circa 25 cm. longa obtusiuscula crassa dense pungente-hispida in vivo atropurpureo-brunnescenti, intus glabra alba.

Inflorescentiae feminae axillares geminatae pedunculo 9-12 cm. longo, in vivo brunneo-purpurascenti 12 x 16 mm. crasso horride pungenti-hispido. Spatha elliptica obtusissima 8-10 cm. longa crassa dense pungenti-hispida in vivo purpureo-brunnescenti intus glabra albo-violacea nitens. Amenta feminea 20-22 breviter pedicellata in vivo pallide flavo-viridia demum ochraceo-viridia 5-9 cm. longa 8 mm. crassa, pedicellis crassis sparse hirtis 3-8 mm. longis. Perigonium granulatum. Amenta fructifera usque ad 12 cm. longa 12-15 mm. lata erecta, pedunculo 14 cm. longo. Achaenia elliptica vel globoso-elliptica satis granulata pallide brunnescentia 1.5-1.8 mm. longa 1.2 mm. lata.

Inflorescentiae masculae axillares geminatae pedunculo 8-9 cm. longo dense pungente-hispido in vivo purpurascenti 12 mm. crasso. Spatha 8 cm. longa elliptica obtusa hispidissima. Amenta mascula 26 breviter pedicellata 6-8 cm. longa in vivo 6-8 mm. crassa lutea robusta rigida, receptaculo hirtulo, perigonio leviter araneoso.

Typus: Colombia, Dep. Valle, Cordillera Occidental: Hoya del río Digua: río San Juan 1300-1350 m. alt., abajo de Queremal, a la derecha del río entre Km. 52 y 53, "Gran árbol. Hoja coriácea, rígida, adultas con 13 lóbulos profundos, verde vivo brillante haz, envés blanco. Pecíolo fuertemente erizado de pelos punzantes, blanco verdoso, hasta 1 met. long. y 3 cm. diam. en la base, con almohadilla parda. Ramas verde oscuras o verdoso-pardo-claras, con abundantes pelos punzantes. Estípula terminal violeta-pardo oscura, densamente erizada excepto en el borde, interior blanco, 25 cm. long., crasa. Inflorescencias geminadas axilares. Pedúnculos pardusco purpúreos, 9-12 cm. long., 12-16 mm. lat., erizados. Espata mazuda obtusa, purpúreo par-

pusca oscura, 9.5 cm. long., erizada, crasiúscula, interiormente blanco violácea. Amentos femeninos amarillo verdoso claros, luégo ocráceo verde claros, ligeramente pedicelados, x 21-22 de 5-9 cm. long. x 8 mm. lat. Fructificados hasta 12 cm. long. x 12-15 mm. lat. Generalmente erguidos en el árbol, con aspecto típico." Colect. 27-III-1947 J. Cuatrecasas 23986, individuum femineum. Holotypus US, isotypus F.

Loc. id., "Árbol idéntico al anterior. Inflorescencias geminadas axilares. Pedúnculo 9 cm. long. x 12 mm. lat. violáceo, erizado. 26 amentos ♂ subsésiles, amarillo vivo, rígidos, resistentes, 6-8 cm. long., x 6-8 mm. lat. Espatas id. anterior, 8 cm. long." Colect. J. Cuatrecasas 23987, individuum masculum. Paratypus US, F.

Cecropia hispidissima es muy característica por sus hojas profundamente divididas en largos lóbulos (± 13) relativamente estrechos, radiantes, gruesamente rígidos, verdes y lisos en el haz y blanco níveos en el envés; el tomento lanudo y apretado cubre la superficie entre los nervios principales y secundarios; lo es en especial por los pelos largos (2-3 mm.) rígidos y punzantes que cubren abundantemente los pecíolos, pedúnculos, espatas, estípulas y ramas jóvenes; ellos son especialmente densos sobre las estípulas y las espatas. Además se caracteriza por el número elevado de amentos masculinos y femeninos, no muy largos, por las espatas y estípulas obtusas y por los aquenios cortos, elípticos o subglobulosos, fuertemente granulados. Presenta cierta afinidad con *C. garciae* Standl., de la zona litoral de Buenaventura, pero ésta tiene la hoja completamente partida en un número de segmentos mucho mayor (17-18) provistos de escaso y tenue tomento en el envés, siendo ásperos en el haz, carece de indumento hispido o lo presenta escaso, los amentos son más largos y los femeninos menos numerosos; pero los frutitos son también elípticos o subglobulosos.

CECROPIA EXIMIA Cuatr., Rev. Acad. Col. C. E. F. y N. vol. VI: 287 (1945).

Arbor magna ramis ultimis internodiis 3-5 cm. longis asperis pilis basi tuberculatis substrigosis rectis vel paulo hamatis munitis.

Folia magna frondosa robuste petiolata peltata coriacea. Lamina palmata in 7-8 lobos profunde (5/6) fissa, lobis maximis ovatis vel oblongo-ovatis apice paulo attentuatis subite acutiusculis, ab insertione petiolo usque ad apicem 56-80 cm. longis et 30-38 cm. latis, lobis minimis 28-38 cm. longis, 16-20 cm. latis ovatis vel ellipticis obtusis vel rotundatis, parte centrali concreescenti tantum 6-11 cm. radii inter lobos majores 11-22 cm. inter minores, margine leviter sinuata; supra in vivo viridis nitidaque, in sicco pallide-brunnescenti, sublaevis sparsis vel sparsissimis pilis longiusculis strigosis et pilis tenuissimis arachnoideo-intricatis subobso-

letis deciduisque munita costis bene nervis secundariis minus notatis ceteris nervis inconspicuis; subtus in vivo viridi-pallida opaca, in sicco brunneo-ochracea, nervis primariis validis secundariis robustis eminentibus, vulgo 2-4 cm. inter se distantibus, tertiis filiformibus prominentibus reliquis nervulis prominulum reticulum minutum formantibus, nervis omnibus minute puberulis alveolis reticulorum brevem tomentum lanatum albidum includentibus. Petiolus 55-75 cm. longus striatus sparse breviterque tomentellus pilis tenuis araneosis deciduis munitus; basi pulvinulo velutino tomentoso brunneo. Stipulae terminales 35-40 cm. longae acutae crassae subcoriaceae extus minute tomentulosa et pilis longis albidis subsparis munita, in vivo pallide flavido-roseae intus albae dense sericeo pubescentes.

Inflorescentiae feminae axillares geminatae, pedunculo 9-12 cm. longo, in vivo viridi 11-13 mm. crasso asperulo-strigoso pilis rigidis inclinatis subrectis vel paulo hamatis basi tuberculatis praedito. Spatha 12 cm. longa acuminata aspera in vivo rosea minute tomentulosa et pilis strigosis rigidis albis sparse-copiosis munita, intus glabra. Amenta feminea 5-7 pedicellata, in vivo lutescentia 9-11 cm. longa 9-10 mm. crassa, in sicco 7 mm. crassa, pedicellis 4-7 mm. longis 7 mm. crassis (in vivo), glabris; perigonio sublaevi. Amenta fructifera brachiata ad 18 cm. longa in vivo 18 mm. crassa ochracea, in sicco 1.5 cm. crassa. Achaenia elliptica basi obtusa apice acutiuscula tuberculato-granulata nitidissima, 2-2.3 mm. longa.

Inflorescentiae masculae axillares geminatae pedunculo robusto, in vivo viridi 12-14 cm. longo circa 15 mm. crasso, asperis pilis tuberculatis rigidis rectis vel paulo hamatis praedito. Spatha 14-16 cm. longa acuminatissima (acumen 2 cm. longo) minute tomentella et aspero-strigosa in vivo lutea tenuiter roseo-maculata intus glabra. Amenta mascula 5-7 pedicellata, in vivo lutescentia 10-14 cm. longa, 11-15 mm. crassa; pedicellis glabris in vivo viridibus nitidis 15-20 mm. longis 8 mm. crassis aliquantum verrucoso-bullatis. Receptaculum hispidum. Perigonium strigosum.

Colombia, Dep. Valle, Cordillera Occidental: Hoya del río Anchicayá, río Blanco 600 m. alt., Km. 72, "Árbol grande. Hoja grande, verde semiclaro brillante haz, verde pálido, mate envés. Pecíolo robusto 60-70 cm. long., almohadilla basilar lateral, rubia, cuando verde blanquecina. Estípula terminal 35-40 cm. long., amarillento rosada muy clara, int. blanca. Hoja del capullo y estípula dentro del capullo lilas. Inflorescencias ♀ por pares axilares. Pedúnculo verde vivo, 10-12 cm. long. x 11-13 mm. lat. Espata acuminada, rosada, con sombras amarillentas. Amentos ♀ cortamente pedicelados (pedicelos verdes, 7 mm. long. et lat.) amarillos 9-11 cm. long. x 9-10 mm. lat. x 5-6. Pedúnculos fructíferos 13-16 cm. long. x 15-18 mm. lat., verde claro sucios. Amentos fructificados amarillo verdosos, maduros

ocres, divergentes, 15–18 cm. long., 15–18 mm. lat.” 29–III–1947 colect. J. Cuatrecasas 24009, *individuum femineum*.

Ibidem loco, “Inflorescencias ♂ por pares axilares. Pedúnculos verde vivo 13–14 cm. long. y 15 x 20 mm. lat. Amentos ♂ x 5–7 pedicelados. Pedicelos robustos, verde brillantes 16–20 mm. long., 8 mm. lat. con algunas verruguitas y abultamientos. Amentos 10–14 cm. long. 11 x 15 mm. lat., amarillos. Espata crasa, amarilla con ligeras sombras rosadas, apiculada. Estípula como en el nº anterior.” J. Cuatrecasas 24010, *individuum masculum*.

Dep. Valle, costa del Pacífico: río Calima frente a la Quebrada de la Brea, margen derecha, 25 m. alt. “Arbol 20 met. Ramas en el 1/3 superior acandelabradas, ascendentes. Hoja coriácea, verde oscura brillante haz, verde blanquecina por tomento envés, luego envés glabrescente, grisáceo verdoso claro, 90 cm. long. Hoja muy tierna blanco rosada envés. Estípula rojo anaranjada, 35 cm. long. Espatas amarillo anaranjadas, 18 mm. long., fuertemente apiculadas (pico 5 cm.) interior blanco brillante. Inflorescencias geminadas. Pedúnculos algo curvos 7–9 cm. long., 12–13 mm. grueso, amarillo verdoso claros, algo rudos. Pedicelos amarillo verdoso claros 20–25 mm. long., 6 mm. lat. lisos, lampiños x 6–5 generalmente uno mucho más corto (6–7 cm.) de 10–11 cm. long. x 10 mm. lat. Hoja al salir rosado cárdena haz, envés id. blanquecino y pecíolo blanco. Pecíolo 70 cm. long. con almohadilla rubia.” 25–V–1946 colect. J. Cuatrecasas 21315, *individuum masculum*.

Dep. Valle, costa del Pacífico: río Calima, margen derecha frente a la Quebrada de Aguaclara, 50 m. alt. “Arbol 25 met. con estribos basilares. Hoja coriácea, rígida, 80 cm. long., verde brillante haz, verde clara o verde amarillenta con nervios amarillentos envés. Pecíolos verde amarillentos o ± parduscos con almohadilla basilar parda. Inflorescencias geminadas. Pedúnculos amarillo verdosos, 10–11–14 cm. long. x 10–12 mm. lat. con zumo resinoso. Amentos ♀ x 4 o 5, a veces 6, amarillos, en floración 7–9 cm. long. x 7–8 mm. lat. Pedicelos amarillo verdoso pálidos, lisos, brillantes, 8–10 mm. long. x 6–7 mm. lat., en la base soldados en columna única (2–3 mm.). Amentos fructíferos ocres, 12–16 cm. long. x 10–14 mm. lat.; pedicelos 15 mm. long. x 7–8 mm. lat. en la base soldados en cuerpo entero revuelto en reborde. Estípula hasta 30 cm. long. rosada o roja, por dentro blanca. Hoja tierna rosado cárdena. Espata 13 cm. long., acuminada, roja. Amentos primero erguidos, luego divergentes, arqueados, en conjunto estrellado. Pecíolo 70 cm.” 23–V–1946 colect. J. Cuatrecasas 21262, *individuum femineum*.

Como complemento de la descripción original de la especie, *C. eximia* se describe aquí nuevamente a base de las colecciones 24009 y 24010, las cuales presentan algunas diferencias e incluyen los caracteres del individuo masculino. *C. eximia* con los

nuevos datos sigue siendo una especie bien característica, principalmente a causa de su gran porte acandelabrado, de sus grandes hojas de más de 1 metro de diámetro divididas en siete u ocho segmentos, de aspecto lampiño y verde en el haz y verde pálidas o cenicientas en el envés. El último carácter es algo variable, pudiendo tener un delgado tomento blanco aracnoideo que se extiende sobre el retículo, cual ocurre en los ejemplares de la Brea (21315), pero que falta en general. Los pedúnculos largos y ásperos, el tamaño, forma y número de los amentos, los cuales son pedicelados, la vestidura de las espatas y especialmente la de las estípulas, que son densamente vellosas por dentro, son caracteres que distinguen *C. eximia*. He creído oportuno citar aquí las varias colecciones hechas posteriormente a la del tipo y publicar los datos tomados en el campo, tanto más útiles éstos para el futuro cuanto que las colecciones 21262 y 21315 se dañaron y sus representantes en el herbario son deficientes.

CECROPIA GARCIAE Standley, Field. Mus. Nat. Hist., Bot. Ser 22:71 (1940).

Arbor ad 20 m. alta caule simplici extremo comoso-foliato, cortice sursum internodiis 2–3 cm. longis asperrimis dense tuberculato-strigosis, nodiis hispidis.

Folia peltata rigide coriacea longe petiolata ambitu stellata. Lamina palmata valide 17–18–nervata usque ad petiolum profunde secta; segmentis lineari-oblongis oblanceolatis prope apicem obtuse attenuatis acutis, basim versus sine sensu angustatis margine sublaevis vel leviter undulatis, maximis ad 62 cm. longis 13 cm. latis minimis ad 42 cm. longis 11 cm. latis, parte centrali tantum usque ad 1 cm. radii concretescentibus vel perfecte liberis; supra laeti-viridis nitida asperula minutis pilis tuberculato-conicis substrigosis copiose munita, costa lata nervis secundariis conspicuis reliquis obsoletis; subtus cinerea vel albicans nervis rosaceis vel albidis, costa valida nervis secundariis prominentibus ascendentibus subrectis parallelis 6–12 mm. inter se distantibus, nervis tertiis transversis parallelis prominulis bene conspicuis, pilis minutis subferrugineis supra nervos munita, tomento albo-arachnoideo densiusculo adpresseque inter reticulum et interdum supra nervos vestita. Petiolus robustus 66–90 cm. longus striatus albo-arachnoideus sparse minuteque puberulus et pilis longis pungentibus sparsis vel basim et sursum copiosis, pulvino basilaris lato gibboso dense griseo vel ochraceo-tomentoso interdum pilis longis rigidis sparsis munito. Stipula terminali ad 35 cm. longa acuta violaceo-purpurea minute tomentella et sparse hispidula, intus glabra alba nitida.

Inflorescentiae masculae axillares geminatae, pedunculo crasso 10–13 cm. longo scabroso sparse aracnoideo minutis pilis tuberculato-conicis strigosis et longis pilis pungentibus sparsis munito. Spatha 12–15 cm. longa acuminata roseo-violacea

vel purpureas parse puberula et pilis rigidis basi tuberculatis conicis praedita. Amenta mascula 20–33 sessilia rigida aspera in vivo flavescencia 5–17 cm. longa 6 mm. crassa, receptaculo hispido, perigonio lateralibus sparse araneoso et minute sparseque striguloso extremo tuberculato–scabroso (Cuatr. 19804).

Inflorescentiae feminae geminatae axillares pedunculo 4–9 cm. longo pubescente–arachnoideo pilis conicis substrigosis et pilis longis pungentibus sparsis munito. Spatha roseo–violacea 8–9 cm. longa acuminata puberula, substrigosa et pilis rigidis longioribus munita, intus glabra. Amenta feminea 8–12 sessilia erecta circa 10 cm. longa 5 cm. crassa (in sicco) perigonio apice minute calloso–tuberculato, fructifera (praematurationem) usque ad 18 cm. longa in vivo 10 mm. crassa rubescentia. Achaenia 2 mm. longa ovato–elliptica obtusa tuberculata.

Colombia; Dep. Valle: Hoya del río Anchicayá, Sabaletas, 25 m. alt. “Tallo 8–10 met. alt., 14 cm. diámetro, sin ramificaciones. Corteza con pelos punzantes. Hoja coriácea 17–18 lóbulos. Haz algo áspero verde intenso, semibrillante, envés verde ceniciento o blanquecino. Corona apical de pelos rígidos punzantes. Hoja tierna joven con envés blanquecino sedoso y haz ocráceo verdoso, delicado, peciolo blanquecino con pelos aplicados punzantes. Estípula 35 cm. long., violácea exteriormente; por dentro blanca, brillante. Espata purpúrea. Pedúnculo craso purpúreo negruzco con pelos esparcidos punzantes. Amentos ♂ en haces de 33, tiernos amarillo vivo 5–17 mm. long. 6 mm. lat. Peciolo 80 cm., robusto peloso punzante, con almohadilla gibosa grande y gris.” Colect. 13–XI–1945 J. Cuatrecasas 19804, individuum masculum (US, F).

Río Calima (región del Chocó), La Trojita, 20–50 m. alt. “Arbol 10 met. Hoja coriácea, verde vivo haz, blanco o blanquecino envés. Estípula violácea–purpurea oscura, brillante, con pelos brillantes. Espata rosado violácea. Amentos ♀ 8–10, ocráceo–violáceos.” Colect. 25–II–1944 J. Cuatrecasas 16467 (VALLE, F).

Río Cajambre: Quebrada de Ordóñez, 5 m. alt. “Tallo 20 met., 20 cm. diam., no ramificado. Gran penacho terminal de hojas palmatisectas. Hoja coriácea verde amarillenta oscura en el haz, blanquecina en el envés con nervios blancos o rosados. Peciolo blanquecino. Haz, corona, peciolo y extremo tallo cubiertos de pelos rígidos punzantes. Estípulas violáceas, hirsutas. Espatas rojizas o rosadas. Amentos ♀ x 11 o x 12, rojizos, en grupo compacto erguido, 12–18 cm. long. x 1 cm. lat., sésiles; pedúnculo común grueso, 9–10 cm. long. x 1.5 cm. grueso, erizado. Zumo amarillento, ocre.” Colect. 1–V–1944 J. Cuatrecasas 17272 (VALLE, F).

Buenaventura Bay: Colorada 5–15 m. alt. “Tallo no ramificado, 8 met. alt. con penacho hojas terminal. Hoja verde oscura haz, blancas con venas rosado cárdenas envés. Espatas violáceas, puntea-

das, con un fondo más claro, 20–30 amentos amarillos. Pedúnculos gruesos, violáceos oscuros, con pelos punzantes. Estípulas violácea–rojizo oscuras. Peciolo 90 cm. long.” Colect. 3–VI–1944 E. P. Killip et J. Cuatrecasas 38713 (US, F).

Cecropia garciae es muy característica por sus grandes hojas profundamente palmatisectas (divisiones hasta el peciolo), con segmentos numerosos (17–18), radiados, ásperos en el haz y blanquecinos o cenicientos por el envés. Hasta la fecha los ejemplares observados presentan tallo sencillo, o con pocas ramificaciones terminales con grandes hojas en su extremo. Son características las inflorescencias, especialmente las masculinas formadas de amentos muy numerosos, relativamente largos, sésiles, rígidos y ásperos y por el perianto tuberculoso–calloso. Los femeninos son también ásperos pero menos numerosos. Los pedúnculos son escabrosos, así como la terminación del tallo.

CECROPIA PHILIPSONII Cuatr., sp. nov.

Arbor circa 15 metralis.

Folia peltata coriacea. Lamina palmata profunde usque prope basim in 10–12 lobos oblongos vel subovato–oblongos ad apicem obtuse attenuatos fissa, lobo maximo ab insertione petiolo usque ad extremum 33–44 cm. longo 8.5–12 cm. lato, minimo 11–19 cm. longo 3.5–6 cm. lato, parte centrali integra 6–2.5 cm. radii, margine integra leviter undulata; supra viridis glabra laevis, sed microscopice minuto reticulo nervulorum notato; subtus cinerea vel viridi–cinerea nervis cum petiolo rubris, costis crassis subglabris vel minute puberulis, nervis secundariis prominentibus parallelis 7–12 mm. inter se distantibus, nervis tertiis prominulis parallelis puberulis inter eis venulis reticulatis plus minusve cum lana areolarum adpressa tectis. Petiolus 36–46 cm. longus robustus striatus paulo breviterque puberulus vel subglaber. Stipula acuta utrinque pubescens.

Inflorescentiae masculae axillares geminatae pedunculo 7.5 cm. longo parce puberulo. Spatha cylindracea apice acuminata submembranacea extus tenuiter villosa araneosaque intus parce setosa. Amenta mascula 12–14 pedicellata 5.5–7 cm. longa, 4–4.5 mm. crassa, perigonio oblongo sparsissimis pilis strigosis et arachnoideis munito. Receptaculum moderate hispidum. Pedicelli 5–8 mm. longi crassiusculi sparse hispiduli.

Inflorescentiae femineae axillares geminatae pedunculo crasso brevi sparse puberulo 2 cm. longo. Spatha acuminata extus tenuiter villosa et araneosa intus sparse setosa. Amenta feminea 4 sessilia in statu fructifero 3–4 cm. longa 9–12 mm. (in sicco) crassa, vel usque 8 cm. longa. Perigonium granulosum. Achaenia oblonga basi obtusa apice subacuto 2–2.2 mm. longa 1 mm. lata granulosa.

Typus: Colombia, Int. Meta: Sierra de la Macarena, North Ridge, 1400 m. alt., dense forest; tree

15 m. leaves veined red male spikes yellow 29-XII-1949 collect. W. R. Philipson et J. M. Idrobo 1983; individuum masculum; holotypus, US; isotypus, BM. La misma localidad y fecha, pero "female spikes green," Philipson et Idrobo 1982; paratypi US, BM.

Otro ejemplar: Cordillera la Macarena, extremo nordeste, macizo Renjifo, cumbre y alrededores, 1300-1900 m. alt. "female tree with stilt roots; ht. 90 ft.; leaves greenish beneath, dark green above, veins red-purple beneath, young leaves red (blood red) in all parts. Whole tree has at distance a purplish hue. Fruits 4 together, greenish. Stinging ants, fewer than in male tree and less fierce. Petioles red-purple. Stipules red-purple outside, deep purplish inside. Collect. Enero 1951 J. M. Idrobo and R. Evans Schultes 1092 (US).

Cecropia philipsonii es muy afín a las de la Cordillera Oriental *C. moniquirana* Cuatr. y *C. palmatisecta* Cuatr. De la especie de Moniquirá se distingue por la hoja más lisa y lampiña en el haz con menor número de lóbulos, por las espatas aracnoideas que carecen del diminuto indumento tomentoso por fuera siendo en cambio algo pubescentes por dentro y por tener los amentos femeninos por 4 (no por 6). De *C. palmatisecta* se diferencia porque las hojas aun siendo profundamente hendidas no son palmatisectas, por las espatas aracnoideas, no tomentulosas por fuera y sólo escasamente pubescentes por dentro, por la hoja más glabra en el haz y por los amentos masculinos al parecer menores en la madurez.

Indudablemente se trata de especies muy afines cuyo valor hay que comprobar con nuevas colecciones. Pero en el estado actual de la exploración botánica de las cordilleras los materiales que tenemos a mano para el estudio de la flora aconsejan mantener separada esta especie de la Sierra Macarena que por el momento muestra diferencias que no permiten identificarla exactamente con las hasta la fecha conocidas de la Cordillera Oriental.

CECROPIA INCHUENSIS Cuatr., sp. nov.

Folia peltata tenuiter coriacea ambitu stellata. Lamina palmata in 12 segmenta usque ad petiolum partita; segmentis oblongis oblanceolatis apice subite angustatis cuspidatisque, basim versus sine sensu attenuatis basim costis nudis ad modum petiolulorum, segmento maximo 40-43 cm. longo et 9 cm. lato, minimo circa 26 cm. longo et 7 cm. lato, petiolulis 1.5-2 cm. longis, margine sublaevis vel superne leviter undulata; supra viridis glabra vel sparse scaberulo-puberula; subtus cinerea costis robustis elevatis minute puberulis, nervis secundariis prominentibus parallelis 10-12 mm. inter se distantibus, nervis tertiis tenuiter prominulis cum reliquis venulis reticulatis, nervulis pulverulentis, areolis tenui lana arachnoidea vestitis. Petiolus robustus striatus glaber vel sparsissimis longis setis munitus. Petioluli sparsis setis.

Inflorescencia feminea pedunculo 13 cm. longo hirsuto-hispido. Amenta feminea 4 sessilia circa 11 cm. longa et 5-6 mm. crassa in herbario. Perigonio granulato. Achaenia elliptico-oblonga obtuse tuberculata 1.8 mm. longa 1 mm. lata.

Typus: Perú, Dep. Loreto, prov. C. Portillo: In- chua, 200 m. alt. 2-VIII-1946 colect. J. Soukup 3018. Holotypus, F.

C. inchuensis es afín a *C. scabra* pero se distingue por ser esencialmente glabra la hoja en el haz, por los segmentos más atenuados hacia la base formando pseudopeciolicillos de 1.5 a 2 cm. por los amentos femeninos más largos y delgados y por los nervios de las hojas que son sólo débilmente pulverulentos, es decir, con pelos cortísimos.

CECROPIA RETICULATA Cuatr., fma ALBORETICULATA
Cuatr., fma. nov.

Arbor 15 met. alta.

Folia peltata coriacea. Lamina palmata 8-lobata lobis superioribus 1/3-1/2 longis ample obovato-rotundatis subite apiculatis inferioribus rotundatis valde concretescentibus, margine leviter sinuata, lobo maximo ab insertione petiolo usque ad apicem 30-38 cm. longo et 19-23 cm. lato, minimo 17-21 cm. longo, 12-18 cm. lato, parte centrali concretescenti ad 22 cm. radii inter lobos majores et 18 cm. inter lobos minimos; supra atroviridis rugulosa aspera sparse strigosa et minute callosotuberculata; subtus in vivo cinerea cum nerviis laxo reticuloque roseo-notatis, nervis primariis valde crassis minute ferrugineo-crispo-tomentulosis et valde tenui lana arachnoidea munitis, nervis secundariis satis prominentibus vulgo 1.5-2.5 cm. inter eos distantibus tertiis transversis bene elevatis omnibus pilis crispis brevibus ferrugineis persistentibus et pilis albis teneribus araneosis plus minusve deciduis praeditis, alveolis inter reticulum venulorum laxum albis lana arachnoidea tectis. Stipulae ad 15 cm. longae crassiusculae dorso 2-plicato-alatae, minute ferrugineo-tomentella et longiore albo-pilosa pilis longis rectis strigosis et tenuibus arachnoideolanatis praeditae. Petiolus 30-37 cm. longus in vivo 12 mm. diamitens cinereus tomento lanato arachnoideo tenui tectus, basi pulvino valde gibboso subcarinato brunneo tomentoso et albedo-hirto.

Inflorescentiae feminae axillares geminatae bracteatae. Bractea crassiuscula ensiformi-lanceolata pedunculum superans 3-6 cm. longa 5-7 cm. lata, tomentella et albo-lanata. Pedunculus 4-6 cm. longus breviter roseo-tomentellus et sparsis strigis albis et lana arachnoidea tenui deciduaque praeditus, in vivo 7-8 mm. latus. Spatha (inmatura) 5 cm. longa apice angustata acuta minuto tomento crispo violaceo et aliquo albo longiori munita, intus glabra. Amenta feminea 6-8 brevia crassa sessilia 2.4-4 cm. longa in herbario 4-6 mm. crassa, in vivo

7-10 mm. crassa, flavescentia demum ochraceo-brunnescentia, perigonio papillosulo; fructifera in vivo ochraceo-brunnescentia rugosa plus minusve arcuata 5-6 cm. longa et 10-13 mm. lata, in sicco 0.8-10 mm. lata. Achaenia elliptica utrinque acutata parum compresso-marginata leviter granulata nitida 2 mm. longa.

Typus: Colombia, Dep. Valle, Cord. Occidental: Hoya del río Digua, lado derecho, entre Queremal y La Elsa, 1200-1160 m. alt. "Arbol 15 met. Hoja coriácea, verde, rugosa, estrigosa, oscura haz; cenicienta con nervios y fuertes venas rosadas envés. Pecíolo 12 mm. diam., ceniciento; giba basilar parda, aquillada, saliente. Estípula 15 cm. long., liláceo blanquecina cenicienta por la vellosidad, persistente, medio seca, en la axila de la hoja y abrazando el par de inflorescencias. Brácteas madres de las inflorescencias lanceolado-lineales, 3-6 cm. long., tomento ceniciento, fondo violáceas. Pedúnculos 5-6 cm. long., 7-8 mm. lat. con fondo violáceo, cubierto de vellosidad cenicienta. Amentos ♀ sésiles x 6-8, 3-5 cm. long., 7-10 mm. lat. amarillo claros, luégo ocráceo parduscos. Fructificaciones ocráceo parduscas, rugosas, curvas, 5-6 cm. long., 10-13 mm. lat. Espata (inmatura) 5 cm., cenicienta sobre fondo violeta." Colect. 29-III-1947 J. Cuatrecasas 24008. Holotypus, US; isotypus, F.

Esta forma difiere del tipo de la especie, por el velo o tomento aracnoideo que cubre el envés de las hojas especialmente los espacios intrarreticulares que en el tipo son completamente lampiños. También son blanquecinos o cenicientos los pecíolos, pedúnculos, espatas, brácteas y estípulas. En todos estos órganos se presentan tres clases de pelos; unos pequeños y crespos que forman un tomento tenue de fondo rosado, violáceo o ferruginoso, otros largos y rectos más o menos echados o inclinados, blancos y otros muy finos, largos y arañosos que forman el velo blanco; éste es tenue y parcial, pero existe también en el ejemplar que se describió como tipo de la especie. Se da aquí la descripción extensa de la forma *alboreticulata*, que es un individuo femenino para completar el conocimiento de la especie cuya creación se basó en un ejemplar masculino. Llaman la atención en la especie las estípulas provistas de dos pliegues longitudinales formando como dos alas, la brevedad de las inflorescencias femeninas y muy especialmente la presencia de brácteas madres de las inflorescencias; cada pedúnculo nace en la axila de una bráctea lineal lanceolada algo más larga que él mismo.

CECROPIA ALBORUGOSA Cuatr., sp. nov.

Arbor grandis ramis terminalibus circa 1.5 cm. diam. (in sicco) internodiis 1-1.5 cm. longis glabris nodis sparse hirtis et tuberculatis deinde glabratibus.

Folia magna coriacea peltata. Lamina palmata profunde (1/2-2/3) 7-lobata lobis subobovato-oblongis subrotundatis vel obtusissimis subite acu-

teque apiculatis margine sub-laevis vel leviter undulatis, lobo maximo ab insertione petioli usque ad apicem 20-32 cm. longo et 9-16 cm. lato, duobus minimis 7-16 cm. longis et 3.5-9 cm. latis saepe paulo notatis, parte centrale integra 6-12 cm. radii; supra valde reticulato-rugosa velo albo lanato-arachnoideo plus minusve deciduo tecta nervis principalibus notatis secundariis paulo conspicuis; subtus albida vel cinerea indumento tenue lanato-arachnoideo plus minusve persistenti vel deciduo praedita nervis primariis valde elevatis lanuginosis secundariis 7-14 mm. inter hos distantibus eminentibus tertiis parallelibus bene conspicuis ceteris minute reticulatis alveolis reticulorum lanuginosis, nervis sparsis pilis longis patulis praediti. Petiolus 20-40 cm. longus arachnoideo-lanatus striatus basi hispidus et pulvino crasso fulvo-brunnescenti velutino munitus. Stipula terminalis ad 20 cm. longa roseo-violacea acuminata in parte sparse hirsuta, et minutissime tomentulosa, intus glabra.

Inflorescentiae masculae solitariae pedunculo ad 7.5 cm. longo in vivo 8 x 13 mm. crasso sordido viridi, extremo hirsuto reliquo sparse hispidulo interdum paulo arachnoideo. Spatha roseo-purpurea ad 15 cm. longa acuminata dense longeque villosa-hirsuta et minutissime tomentulosa, intus glabra. Amenta mascula 4-6 (raro 3) flavo-albida 6-12 cm. longa in vivo 10-13 mm. crassa, in herbario 6-8 mm. crassa, receptaculo dense hirtulo, perigonio striguloso et sparse minuteque hirtulo. Pedicelli crassi 3-8 mm. longi parcissime strigosi hirtique.

Inflorescentiae feminae solitariae pedunculo ad 7 cm. longo in vivo 8 x 11 mm. crasso roseo-viridi apice hirsuto ceteri araneoso et sparse vel copiose hirsuto. Spatha crassiuscula rosea vel violaceo-rosea pallida ad 15 cm. longa acuminata extus dense longeque villosa-hirsuta et minute sparseque tomentella. Amenta feminea 1-2 sessilia circa 10 cm. longa, in vivo 12-14 mm. crassa, in herbario 8-9.5 cm. longa 7-9 mm. crassa, perigonio scabroso et hispidulo, fructifera in vivo purpurea vel atropurpurea 17-18 cm. longa maturitate 2-2.5 cm. crassa. Achaenia acuta 3 mm. longa laevia.

Typus: Colombia, Dep. Valle; Cordillera Occidental: Hoya del río Digua: Quebrada del río San Juan subiendo a Paragüita desde Queremal, 1670 m. alt. "Arbol grande. Hoja coriácea, rígida, blanco tomentosa haz, o blanco grisácea, cenicienta envés. Estípulas terminales 20 cm. long., rosado violáceas. Espata 11-15 cm., rosado purpúreas. Inflorescencias ♂ solitarias axilares Pedúnculos hasta 7.5 cm. long y 8 x 13 mm. lat. verdoso sucios con 3-6 amentos de color manteca 7-12 cm. long. 10-13 mm. lat." 17-III-1947 colect. J. Cuatrecasas 23841; individuum masculum. Holotypus, US.

Hoya del río Digua: Quebrada del río San Juan, arriba de Queremal: Las Colonias 1950-2050 m. alt. "Arbol 15 met. Hoja coriácea; rugosa, verde haz, joven ± aracnoidea; envés verde ceniciento. Pecíolos

y nervios blanquecino subvioláceos. Inflorescencias solitarias axilares; pedúnculos 4-5 cm. long., 10-11 mm. lat. hirsutos. Espatas rosado violáceo claras, hasta 15 cm. long., x 1 amento ♀ amarillo pálido, 12 cm. long. 15 mm. lat. casi sésil. Fructificaciones violáceo purpúreas (en la madurez), 17-18 cm. long x 22-24 mm. lat. Estípulas rosado liláceo claras, 14 cm. long." 20-III-1947 colect. J. Cuatrecasas 23928; individuum femineum. Paratypus, US.

Hoya del río Dígua, lado izquierdo del río San Juan, en la región de Queremal, 1350-1400 m. alt., quebradita del Km. 51. "Arbol 15 met. con ramificación terminal. Hoja coriácea, verde amarillenta, en vivo, rugosa haz, cenicienta o ceniciento verdoso envés; tiernas arafioso algodonosas haz. Estípulas terminales rosado violáceas 12 cm. long. Inflorescencias ♀ solitarias axilares. Pedúnculos 7 cm. long. y 8 x 11 mm. lat. verde rosados y ± araneosos. Espata 10-11 cm. long., acuminada, rosado clara interiormente blanquecina brillante. Amentos femeninos sésiles x 2 (a veces x 1) amarillo-ocráceos pálidos, 8-10 cm. long. x 12-14 mm. lat. Fructificaciones rojo violáceo oscuras, hasta 17 x 2 cm." 25-II-1947 colect. J. Cuatrecasas 23698; individuum femineum.

Cecropia alborugosa recuerda *C. reticulata* por presentar las hojas rugosas en el haz, pero de ella se distingue por el velo blanco lanudo-arafioso que cubre las hojas por encima que aunque a veces es muy decíduo siempre deja residuo, por la nerviación de último orden que en *C. reticulata* no sobresale mientras que en la nueva especie es prominente formando pequeños alvéolos llenos de tomento algodonoso; por las espatas densa y largamente hirsutas o veloso hirsutas, etc. Además *C. reticulata* tiene la hoja más delgada y es escabrosa y áspera por el haz y tiene inflorescencias geminadas, etc.

CECROPIA BRACTEATA Cuatr., sp. nov.

Arbor circa 15 met. alta, ramis terminalibus nodosis cicatricosis internodiis 1-1.5 cm. longis lenticellato-tuberculatis minuteque puberulis.

Folia tenuiter subcoriacea peltata. Lamina palmata 7-8 lobata lobis late rotundatis, majoribus 1/3-1/4 radii longis minoribus concrescentibus, margine plus minusve crenato-undulata, lobo maximo ab insertione petioli usque ad apicem 30-38 cm. longo 20-25 cm. lato, minimo 13-18 cm. longo 8-13 cm. lato, parte centrali concrescenti 23-29 cm. radii inter lobos majores et 13-17 cm. radii inter minores; supra atroviridis subtiliter asperula calloso-punctata et minute sparseque puberula, nervis paulo notatis; subtus alba vel albo-cinerea lana arachnoidea adpressa tecta in nervis pilis brevibus brunnescentibus sparsis velatis munita, nervis primariis 8 valde eminentibus, secundariis prominentibus 1-2.5 cm. inter eos distantibus, tertiis bene prominulis parallelis notatis reticulo cum indumento velato inconspicuo. Petiolus 25-40 cm. longus striatus

minute puberulo et albo-arachnoideus, pulvinulo basilari robusto lateraliter compresso cariniformi dense brunneo-tomentoso. Stipulae 16-18 cm. longae acutiusculae robustae crassae minute tomentulosae fusco-brunneae (in vivo) intus glabrae.

Inflorescentiae feminae axillares geminatae bracteatae. Bractea crassiuscula lineari-lanceolata acuta tomentulosa basi 5-7 mm. lati pedunculum excedens. Pedunculus robustus 2.5-4 cm. longus 12-14 mm. crassus in vivo brunneo-tomentulosus in fructo 4-5 cm. longus. Spatha crassa 9 cm. longa brunneo-tomentulosa, intus in vivo nitida lutescenti glabra. Amenta feminea 4 sessilia, in vivo roseo-flavescentia 4-5 cm. longa, 11-12 mm. crassa; fructifera 7-9 cm. longa digitiformia in vivo ochraceo-rosea 2 cm. diam. Perigonium sublaeve papillosum. Achaenia 2.2 mm. longa 1 mm. lata, oblonga utrinque subacuta granulata (vel in sicco muricata).

Inflorescentiae masculae axillares geminatae braceatae. Bractea lanceolato-lineata 3-4 cm. longa 4-5 mm. lata crassiuscula tomentulosa. Pedunculus robustus 3-4 cm. longus 1 cm. crassus (in vivo) brunnescens minute tomentellus. Spatha crassa 10-12 cm. longa acutiuscula tomentoso-brunnescens, intus glabra in vivo pallide ochraceo-badia. Amenta mascula 5-6 sessilia, in vivo ochraceo-carnea pallida denique brunnescentia saepe arcuata 5-10 cm. longa 8-11 mm. crassa. Perigonium glabrum. Receptaculum hispidulum.

Typus: Colombia, Dep. Valle, Cordillera Occidental: Hoya del río Dígua, Quebrada de San Juan, abajo de Queremal, 1350 m. alt. "Tallo 20 cm. diam., 10 met. alt. Ramas terminales parduscas o verdoso parduscas. Pecíolo 30 cm. long. 15 mm. lat., pardusco rojizo, los jóvenes algo blanco vellosos. Limbo foliar verde intenso brillante haz, blanco envés, con nervios ocráceo verdosos o verdoso parduscos, subcoriáceo, rígido, terso, plano, casi integro. Hoja tierna (naciente) blanca envés, purpúreo rosado haz. Estípula aún oculta pequeña, cárdeno vivo, luego parda, tomentosa, 16-18 cm. long. Inflorescencias por pares axilares y entre diminutas brácteas (y yema abortada central). Pedúnculo grueso, pardusco, 3.5-4 cm. long. x 12-14 mm. lat. Amentos ♀ sésiles, x 4, 4-5 cm. long. x 11-12 mm. lat., amarillento rojizos, en la prefloración blancos. Pedúnculo fructífero 4-5 cm. long. x 12-14 mm. lat., verdoso parduscos. Amentos fructíferos 7-9 cm. long. digitiformes, maduros hasta 2 cm. diam., ocráceo rosados. Espata aguda 8-9 cm. long., parda, tomentosa, gruesa, amarillenta lampiña, brillante por dentro." 8-XI-1946 colect. J. Cuatrecasas 22763, individuum femineum; holotypus, US, isotypus, F.

Hoya del río Dígua, río San Juan, abajo de Queremal, a la derecha del río, entre Km. 52 y 53, 1300-1400 m. alt., "Arbol 15 met. Hoja coriácea delgada verde semioscuro rugosa haz blanca o blanco cenicienta envés. Inflorescencias ♂ por pares axilares, cada una con una bráctea lineal, parda, 2 cm. long. Pedúnculos 4 cm. long. x 1 cm. diam., parduscos.

Amentos sésiles x 5-6 color ocráceo cárneo, pálido, luego parduscos, curvos, desiguales, 5-10 cm. long. x 8-11 mm. lat. Espata gruesa, crasa, que se parte generalmente en 2 valvas, parda, interiormente sepia ocráceo clara, 10-12 cm. long. 3-4 mm. grueso. Estípula terminal aguda, gruesa, rígida (con mucílagos), pardo oscura, 18 cm. long." Colect. 19-III-1947 J. Cuatrecasas 23883 (Paratypus).

Cecropia bracteata pertenece a la afinidad de *C. reticulata* y se caracteriza por las hojas subcoriáceas, débilmente lobadas (la 1/2 inferior es casi íntegra), verdes y lisas, no escabrosas (sólo débilmente rudos) en el haz y blancas o cenicientas en el envés; por las almohadillas del peciolo lateralmente comprimidas y uniformemente tomentosas (sin pelos largos y rígidos mezclados); por las estípulas y espatas gruesas y pardo-tomentositas, por las inflorescencias cuyos pedúnculos nacen de la axila de una bráctea (carácter excepcional, como en *C. reticulata*); por los amentos femeninos por 4 y los masculinos por 5-6. De *C. reticulata* fma. *alboreticulata* la distingue la ausencia de tomento aracnoideo blanco en espatas y estípulas, por ser el tomento más denso en el envés de la hoja, por la carencia de pelos blancos rígidos, por el número 4 de amentos femeninos los cuales son más largos y por los frutos mucho mayores siendo, en cambio, los pedúnculos más cortos.

CECROPIA DIGUENSIS Cuatr., sp. nov.

Arbor 15-20 m. alta ramis ultimis viribidus glabris.

Folia peltata crasse coriacea rígida. Lamina versus 2/3 partes vel ad medium lobata, lobis 8-9 ovato-oblongis basim versus angustatis apice parum obtuse attenuatis vel rotundatis obtusis vel subite apiculatis margine leviter undulatis, máximo ab insertione petioli usque ad apicem 27-43 cm. longo 10-18 cm. lato, mínimo 12-21 cm. longo 6-12 cm. lato, parte centrale integra in radio 6-10 cm. longo; supra in vivo viridis nitida in sicco brunnescenti-ochracea glabra vel sparsissimis pilis strigosis munita sublaevis laevissime rugosa leviterque plicata; subtus in vivo viridis vel cinereo-viridis in sicco pallide ochraceo-brunnescens, nervis primariis valde elevatis secundariis eminentissimis, nervis tertiis parallelis notatis reliquis venulis minutum validemque reticulum formantibus, nervis pilis brevibus rigidis patulis vel strigosis plus minusve copiosis munitis, aliquando nervis margineque tenui tomento aracnoideo praeditis, alveolis lana aracnoidea completis. Petiolus 34-40 cm. longus striatus glaber vel minute puberulus, sparse aracnoideus vel nudus; pulvino fulvo velutino.

Stipula terminalis elongata acuminata 20-30 cm. longa in vivo roseo-ochracea vel brunneo-pallida aspectu glabrescens sed minute puberula et inter-

dum pilis longis sparsis praedita, intus viridipallida sursum laxè pubescens.

Inflorescentiae masculae solitariae pedunculo viridi 6-8 cm. longo in vivo 7 x 12 mm. crasso paulo compresso glabro vel sparse minuteque puberulo. Spatha roseo-ochracea vel pallide brunnea ad 14 cm. longa subite apiculata acumine ad 1.5 cm. longo, extus parce minuteque tomentuloso-strigulosa intus glabra sed sursum tenuiter pubescens. Amenta mascula 6-7 in vivo 10-14 cm. longa 11-13 mm. lata ochracea, in herbario 4-12 cm. longa 6-8 mm. lata, receptaculo dense hirto, perigonio strigoso et sparse aracnoideo. Pedicelli crassi rigidi subglabri, parce puberuli, 6-10 mm. longi.

Inflorescentiae feminae solitariae pedunculo glabro in vivo viridi 5-6.5 cm. longo 12 x 16 mm. crasso. Spatha crassiuscula ochraceo-roseo-pallida vel viridi-ochraceo-pallide extus sparsissime hirsutula minuteque puberula apice subite apiculata. Amenta feminea 2 vel raro 3 sessilia in vivo 10-11 cm. longa 12-16 mm. crassa viridi-flavescentia vel pallide ochracea, in herbario circa 8.5 cm. longa 7-10 mm. lata perigonio levissime granuloso, fructifera viridi-brunnea vel brunnea 17-18 cm. longa 25 mm. crassa (in vivo) pedunculo ad 9 cm. longo. Achaenia oblongo-lanceolata sursum subcarinata acutissima leviter granulata minute squamoso-puberula.

Typus: Colombia, Dep. Valle: Cordillera Occidental, hoya del río Digua, río San Juan 1300-1500 m. alt., abajo de Queremal, a la derecha del río entre Kms. 52 y 53. "Arbol grande. Rama verde lampiña. Hoja coriácea, verde brillante haz, verde clara o verde lampiña. Hoja coriácea, verde brillante haz, verde clara o verde cenicienta envés (sub-plicata). Estípula rosado ocráceo o pardusca clara, 24 cm. long. Pedúnculo verde, 7 cm. long., 7 x 12 mm. lat. Espata rosado ocráceo o parda clara, 14 cm. long. Amentos x 6-7, 10-14 cm. long. x 11-13 mm. lat., ocráceos, ♂. Inflorescencias solitarias." 24-III-1947 colect. J. Cuatrecasas 23967, individuum masculum. Holotypus, US.

Idéntica localidad, "Arbol 15 met. Hoja coriácea, rígida, verde brillante haz (sub-plicata), verde cenicienta envés con nervios o verde amarillentos. Peciolo verde claro, brillante, 12-14 mm. diam. Almohadilla rubia. Rama verde lampiña. Estípulas 20-30 cm., ocráceo-rosadas claras, interiormente verdoso pálidas. Inflorescencias solitarias. Pedúnculos verdes, lampiños, 6.5 cm. long. x 12 x 16 mm. lat. Amentos sésiles x 2 (raro x 3), 10-11 cm. long. amarillo verdosos u ocráceo pálidos 12-16 mm. lat. Espata 12.5 cm. long., ocráceo rosado muy pálida u ocráceo verdosa pálida (peludas). Frutos verdoso parduscos o pardos 17-18 cm. long. x 25 mm. grueso." 24-III-1947 colect. J. Cuatrecasas 23968, individuum femineum. Paratypus, US, F.

Cecropia diguensis es afín a *C. plicata* Cuatr., y se distingue por las hojas mayores y sólo levemente

plisadas a lo largo de los nervios secundarios, pero principalmente por presentar los alvéolos del retículo en el envés de la hoja lanuginosos y la nerviación provista de pequeños pelos rígidos. Además, los pedúnculos son glabros o con diminutos pelos esparcidos, las estipulas y espatas tienen color más claro y el perigonio femenino es muy levemente granuloso, es decir, es casi liso.

CECROPIA DIGUENSIS fma. *ALBICANS* Cuatr. fma. nova

Folia subtus alba vel cinerea tomento lanato-arachnoideo adpresso dense tecta.

Typus: Colombia, Dep. Valle, Cordillera Occidental: Hoya del río Digua, río San Juan 1350-1400 m. alt. entre Kms. 52 y 53, abajo de Queremal, vert. derecha. "Árbol 12 met. Hoja subcoriácea verde vivo clara haz, cenicienta envés, con nervios primarios parduscos. Estípula terminal verde pálida, semi-brillante, interior blanquecino, 25 cm. long. Inflorescencias ♂ solitarias axilares. Ramas verde claras, lampiñas. Pedúnculos 8 cm. long. (o menos) x 8 x 12 mm. lat., verde pálido vivo. Espata acuminada lisa verde pálida hasta 12 cm. Amentos ♂ x 6 (5-8) ocráceos, sésiles o cortamente pedunculados, desiguales, 6-11.5 cm. long., 1 cm. lat., en la antesis con intenso olor asfixiante (HCN?)." 19-III-1947 colect. J. Cuatrecasas 23884, individuum masculinum. Holotypus, US; isotypus, F.

Esta planta presenta notables diferencias con respecto al tipo de *C. diguensis*, pero a la vista de cierto polimorfismo en el abundante material de cuatro colecciones parece obvio que no se pueden separar específicamente. El carácter más notable que diferencia esta forma es el tomento lanudo aracnoideo que forma un velo en el envés de las hojas, cubriendo la superficie entre los nervios secundarios; en la forma típica de *C. diguensis*, el tomento ocupa el fondo de los alvéolos, pero alguna vez se nota también alguna expansión arañosa tenue por fuera. Además, la colección de la fma. *albicans* presenta los pedúnculos y las espatas glabros y las estipulas casi glabras. Las hojas son rígidamente coriáceas y muy levemente aspéculas por el haz; presentan generalmente 7 lóbulos aunque tienen 8 nervios principales; los dos lóbulos inferiores están casi siempre soldados en toda su extensión; de modo que la base del limbo es casi truncada, careciendo de depresión; el octavo nervio se extiende a lo largo de la comisura entre los dos lóbulos inferiores.

Otra colección debe atribuirse a esta especie a pesar de que los pedúnculos son algo hirsutos, se trata de Cuatr. 23945: Hoya del río Digua, río San Juan, abajo de Queremal, 1500 m. alt., a la derecha del río, entre rastros. "Estípula 28 cm. long., rosado pardusca clara. Hoja coriácea, verde vivo brillante haz, cenicienta envés. Pecíolo verde ceniciento. Inflorescencia solitaria; pedúnculo hirsuto 8-7 cm. long. verdoso. Espata 11 cm. long. acuminada, ro-

sado pardusca clara. Amentos ♀ x 2 (raro 3), 8-10 cm. long., 14 mm. lat. amarillo pálidos." Colect. 24-III-47, J. Cuatrecasas 23945.

CECROPIA TELEARGENTEA Cuatr., sp. nov.

Arbor 15 cm. alta vel ultra ramis terminalibus robustis valde nodosis internodiis 1-2 cm. longis subglabris sparse granulosis vel tuberculatis nodiis longe hirsutis.

Folia ampla peltata crasse rigideque coriacea. Lamina palmata profunde (1/2) 9-lobata lobis ovato-oblongis vel ovatis apice obtuse attenuatis vel subrotundatis subite breviterque apiculatis vel muticis margine leviter undulatis vel sublaevibus, lobo maximo ab insertione petiolo usque ad apicem 45-53 cm. longo et 20-28 cm. lato, lobo minimo 22-29 cm. longo et 12-17 cm. lato, parte centrali concrescenti in folio maximo 22-29 cm. radii; supra levissime rugulosa sparsis vel sparsissimis pilis strigosis et velo aracnoideo-lanato albo plus minusve deciduo praedita, nervis principalibus notatis secundariis minus conspicuis; subtus in vivo pallide viridis nervis lutescenti-viridibus, in herbario pallide brunnescentis, nervis primariis validissimis sparse vel sparsissime hispidis, secundariis robustis eminentibus parallelis 1-2.5 cm. inter eos distantibus sparse hirtulis, nervis tertiis prominentibus copiosis parallelis 1.5-3 mm. inter se distantibus gracileter sparseque hirtulis, venulis minoribus reticulum minutum prominentem formantibus alveolis reticulorum tomento lanuginoso munitis. Petiolus robustus striatus ad 62 cm. longus glaber, vel sparsissimis pilis tenuibus et parce minuteque puberulus, pulvino crasso fulvo velutino. Stipulae acuminatae ad 30 cm. longae laxae hirsutae intus in parte pubescentes, in vivo crassae fragiles pallide ochraceo-roseae intus roseo-albae nitidaeque.

Inflorescentiae feminae solitariae, pedunculo circa 7 cm. longo sparse hispido et minute puberulo in vivo 12 x 15 mm. crasso flavo-viridi, apice hirsutulo. Spatha ad 15 cm. longa apiculata crassa fragilis extus minute tomentella et longe hirsuta in vivo ochracea vel ochraceo-brunnescenti intus glabra nitida lutescenti. Amenta feminea 2-4 sessilia in vivo ochracea 12-14 cm. longa 15-18 mm. crassa, in sicco 8-10 mm. crassa, perigonio granuloso scabrido; fructifera in vivo usque ad 30 cm. longa et 4 cm. crassa, praematuritate ochraceo-olivacea. Achaenia acuta leviter tuberculato-granulata 3 mm. longa.

Typus: Colombia, Dep. Valle; Cordillera Central, vertiente occidental; hoyo del río Bugalagrande; Jamaica, 1640-1700 m. alt. "Árbol 15 met. Tallo 50 cm. diam. Hoja coriácea, verde haz con brillo blanquecino, joven araneoso algodonosa, luego lampiña; envés verde pálida, nervios verde amarillentos. Hojas recientes herbáceas, gruesas, flácidas, verde pálidas, débilmente aracnoideo algodonosas en el haz. Pecíolo verde amarillento lampiño con almohadilla sepia. Inflorescencias ♀ solitarias axilares.

Pedúnculo grueso, 15 x 12 mm. escasamente hirta, verde amarillento, 9-10 cm. long. Espata 15 cm. long. 5 cm. lat., ocrácea u ocráceo pardusca, hirsuta ext.; lampiña, int., brillante, amarillenta; crasa, frágil. Amentos 2-4 ocráceos, 12-14 cm. long., 15-18 mm. diam. Estípula terminal 30 cm. long., ocráceo rosada pálida, hirsuta ext. Por dentro parcialmente pubescente, brillante, blanco rosada, gruesa, crasa, frágil. Infrutescencia prematura 20-30 cm. long. x 4 cm. lat., ocráceo-olivácea. Ramas terminales verdes con nudos próximos, hirsutos." Colect. 26-IV-1946 J. Cuatrecasas 21011. Holotypus, US; isotypus, F.

Cecropia teleargentea se caracteriza por el envés de la hoja cuyos nervios secundarios y terciarios presentan copiosos pelos finos patentes algo flexuosos o rectos no muy largos y más bien esparcidos; los nervios terciarios son más prominentes y más juntos (distan entre sí 1.5-3 mm.) y forman con los de menor grado un retículo diminuto y prominente; sólo dentro de los alvéolos hay un diminuto tomento lanoso. En cambio *C. telealba* tiene los nervios terciarios más separados (2-4 mm.) y menos prominentes, el retículo más ancho y menos prominente y presenta un velo aracnoideo más o menos denso que se extiende por encima de toda la nerviación aun siendo deciduo sobre los nervios principales y secundarios; éstos presentan generalmente muy escasos pelos rígidos y patentes, sólo en algún caso abundan. *C. teleargentea* tiene la hoja menos profundamente hendida, las fructificaciones son mayores (medidas tomadas en fresco 28-30 cm.), los pedúnculos femeninos son más o menos hirsutos y los amentos van por 2 o por 4, generalmente 3.

CECROPIA GABRIELIS Cuatr., sp. nov.

Arbor 10-metralis.

Folia peltata crasse rigideque coriacea. Lamina palmata usque ad medium vel ultra in 9 lobos fissa, lobis obovatis vel ovatis sursum paulo attenuatis obtusis vel breviter acuminatis maximo ab insertione petioli usque ad apicem 30 cm. longo 14 cm. lato minimo 13 cm. longo 6.5 cm. lato parte centrali integra radii 13 cm. longi inter lobos majores 9 cm. longi inter minimos, margine leviter undulato sinuata vel integra; supra viridis leviter rugulosa sed primum lana arachnoidea alba tecta deinde subglabra; subtus costis crassissimis eminentibus tantum sparse hirtis, nervis secundariis 7-15 mm. inter se distantibus prominentibus parallelis sparse hirsutulis nervis tertiis parallelis prominulis plus minusve conspicuis plus minusve cum indumento lanato tectis reliqua superficie alba vel cinerea cum lana arachnoidea adpressa vestita. Petiolus robustus circa 38 cm. longus leviter striatus sparse lana arachnoidea decidua munitus demum glaber. Stipula 20 cm. longa breviter acuminata crassa intus visu glabra sed sparsissime setosa extus dense longeque villosa-hirsuta.

Inflorescentia mascula pedunculo robusto 7 cm. longo minute tomentello apice hispido. Amenta mascula decem pedicellata 6-9 cm. longa 8 mm. in sicco crassa receptaculo dense hispido. Perigonium lineare 2-2.5 mm. longum lateraliter hispidum. Pedicelli crassiusculi leviter tomentosi apice longe hispidi.

Typus: Colombia, Dep. Antioquia; alrededores de Angelópolis, alt. 195 m., selva abierta y húmeda con el suelo muy húmedo; árbol de 10 metros con hojas azuladas. Colect. 23-XI-1947 Gabriel Gutiérrez y Fred A. Barkley 17C675. Holotypus, F.

Cecropia gabrielis aunque no lo indican los colectores tiene que ser una de las especies de hoja blanca por el haz vistas a distancia. Es afín a *C. telealba* de la que difiere por los lóbulos foliares más cortos, por el indumento blanco del envés más comprimido, por los pedúnculos levemente tomentulosos, por los pedicelos de los amentos masculinos más largos y por el perigonio masculino hispido hasta el extremo.

CECROPIA SCUTATA Cuatr., sp. nov.

Folia peltata coriacea rigida. Lamina 7-8-nervata palmata ambitu obtuse 7-8-angulata subintegra tantum extremo 1-3 lobos obtusissimos formans, 30-32 cm. longa et lata, nervo maximo 23-27 cm. longo minimo 10.5-11.5 cm. longo, radio inter nervos maximos 16.5-20.5 cm. longo radio inter nervos minimos 10 cm. longo; supra viridis glabra laevis; subtus viridi-cinerea, nervis principalibus 7-8 valde eminentibus minute pubescentibus vel puberulis, nervis secundariis prominentibus 10-15 mm. inter se distantibus breviter pubescentibus nervis tertiis angustis prominentibus parallelis 2-3.5 mm. inter se distantibus reliquis nervulis reticulatis sed cum indumento tenui lanato-arachnoideo velatis; infra indumentum reticulo minutissimo impresso areolis convexis praedita. Petiolus 19-20 cm. longus minute pubescens, basi pulvinulo brunneo-velutino.

Inflorescentiae femineae axillares geminatae, pedunculo angulato puberulo 4-4.5 cm. longo. Amenta feminea 4 sessilia, statu fructifera in herbario 4-4.5 cm. longa 7 mm. diam. Achaenia pyriformia granulata 1.2-1.5 mm. longa 1 mm. lata.

Typus: Perú, Dep. Antioquia, selvas húmedas pero abiertas en los alrededores de Dabeida, ± 400 m. alt., colect. 21-III-1948 W. Johnson y Fred A. Barkley 127. Holotypus, US; isotypus, F.

Cecropia scutata se caracteriza por sus hojas casi enteras, heptagonales, coriáceas y rígidas, siendo verdes y glabras en el haz y tenuemente albo tomentosas entre los nervios por el envés; los nervios principales y secundarios se destacan mucho del fondo pálido y los nervios terciarios dibujan como una malla de telaraña. La rigidez de la hoja, el indumento y el corto tamaño de las infrutescencias distinguen de lejos esta especie de *C. subintegra* Cuatr. También está próxima a *C. reticulata* y *C. bracteata* pero de ellas y sus afines se distingue

entre otros caracteres por tener la hoja más entera y firme, por ser glabra y lisa en el haz, por los amentos femeninos menores y por los aquenios piri-formes.

CECROPIA BOLIVIANA Cuatr., sp. nov.

Folia peltata rigide coriacea. Lamina palmata 9-nervata in lobos late obovatos vel suborbiculatos rotundatos vel obtusissimos basi paulo contractos usque ad medium vel paulo ultra fissa, lobo maximo ab insertione petioli usque ad apicem 20 cm. longo 14 cm. lato, lobo mediale 18 cm. longo 10 cm. lato minimo 9 cm. longo 6 cm. lato, parte centrali integra inter lobos majores 9 cm. radii longi inter minores 7.5 cm. longi, margine paulo undulata; supra viridis leviter scabrida sparse strigosa; subtus albissima dense lanata et copiosis setis subpatulis vestita, costis eminentibus et nervis secundariis prominentibus ascendentibusque (1-1.5 cm. inter se distantibus) albis hispidisque, nervis tertiis parallelis 2 mm. remotis prominulis paulo conspiciis reliquis nervulis cum tomento velatis. Petiolus circa 20 cm. longus adpresse albo-arachnoideo-lanatus et sparse setosis, pulvinulo basilari tomento ochraceo brevi et dense longioreque albido-hirsuto.

Inflorescentiae femineae axillares geminatae, pedunculo adpresse albo-lanato et hispido circa 5-6 cm. longo. Spatha praeanthem 5 cm. longa apiculata crassa dense adpressequae niveolanata et in partibus hirsuta, intus glabra vel parcissime puberula. Amenta feminea quatuor sessilia 5 cm. longa 5 mm. crassa sed basim versus crassiora, perigonio granulato, stigmata ochracea copiose penicillata.

Typus: Bolivia: prov. Sara, dep. Santa Cruz: Buenavista, 450 m. alt., 3-X-1925 colect. José Steinback 7267. Holotypus, F.

C. boliviana se caracteriza por las hojas coriáceas, blancas por el envés cubierto de tomento niveo y de abundantes pelos sedosos pátulos y por los lóbulos anchos y poco profundos siendo la base ancha y casi entera. Asimismo son blancos los pecioloos y las espatas. Tiene semejanza con *C. scutata* Cuatr. pero los lóbulos profundos y el tomento blanco la distinguen. Sus hojas lisas por el haz y los lóbulos poco profundos la distinguen bien de *C. nivea* Poeppig. La especie más afin es, probablemente, *C. obtusa* Trec., la cual se diferencia por ser muy áspera en el haz, de lóbulos profundos y con indumento simplemente lanudo en el envés.

CECROPIA RUGOSA Cuatr., sp. nov.

Arbor 8-14 m. alta caule ramisque viridis hispidulis.

Folia crasse rigideque coriacea peltata. Lamina palmata in 10 lobulos profunde (2/3-3/4) lobata, lobis obovato vel ovato-oblongis extremo subite attenuato acuminato, margine leviter sinuata vel sublaevis, lobo maximo ab insertione petioli usque

ad apicem 38 cm. longo et 16 cm. lato, minimo 21 cm. longo 11 cm. lato, parte centrali concrescenti 12 cm. radii inter lobos majores et 3.5 cm. radii inter minimos; supra atroviridis reticulato-rugosissima et satis scabra pilis rigidis acutissimis strigosis copiose praedita; subtus griseo-viridis nervatione brunnescenti excepta, nerviis primariis crassissimis 10 hirsutisque, secundariis valde eminentibus ascendentibusque 1.5-2.5 cm. inter se distantibus, nerviis tertiis parallelis bene eminentibus reliquis nervulis elevato-reticulatis; nervis nervulisque molliter hispidulis, areolis reticuli glabris sed elevate papilloso-granulatis. Stipulae 20 cm. longae acuminatae crassae extus brunnescentes intus rubrae nitidaeque utrinque hirsuto-hispidae pilis acutis pungentibus tectae.

Inflorescentia mascula pedunculo robusto circa 6 cm. longo hirsuto-hispido, spatha brunnea longe cuspidata utrinque hispido-hirsutula pilis pungentibus munita. Amenta mascula numerosa, 44-50, pedicellata anguste cylindracea 10-18 cm. longa in sicco 2-2.5 mm. crassa receptaculo parce hispidulo, perigonio glabro. Pedicelli teneres scabroso-hispiduli 15-30 mm. longi.

Typus: Perú, Dep. Huanuco: Divisoria, forests, 1700 m. alt. "Tree 8-14 m. alt., flower white with brown hue, stalk white, stem green and hairy; leaf thick and very dark, underneath grayish-green; stalk and nerves underneath leaf are brown stalk 1/2" diam. is hairy; nerves on top of leaf and flat center from where they start are dark red, nerves underneath and stalk are brown; "setico," full of ants, 18-IX-1946 collect. Félix Woytkowski 34554. Holotypus, F.

Cecropia rugosa es afin a *C. nivea* Poepp. y *C. klotzschiana* Miq., pero de ambas, también peruanas, se distingue en primer término por carecer las hojas en el envés del indumento blanco lanudo que caracteriza estas dos últimas. En *C. rugosa* la epidermis del envés de la hoja tiene las areolas intrareticulares fuertemente papilosas viéndose en ellas sin necesidad de fuertes aumentos una eminente granulación.

CECROPIA IDROBOI Cuatr., sp. nov.

Arbor 10-15 m. alta ramis terminalibus strigosis.

Folia peltata chartacea. Lamina palmata usque ad medium 7-lobata lobis late obovatis rotundatisque margine laevi, lobo maximo ab insertione petioli usque ad apicem 18 cm. longo et 10.5 cm. lato minimo 7 cm. longo 4.5 cm. lato parte centrali integra radii 9.5 cm. longi inter lobos majores 4 cm. longi inter minores; supra viridis minute calloso-tuberculata sparse strigosa parce scabrida; subtus viridicinerea costis eminentibus et nervis secundariis prominentibus 5-15 cm. inter se distantibus minute puberulis sparseque setosis nervis tertiis parallelis prominulis breviter sparseque setulosis reliquis nervulis reticulatis areolis reticuli adpresse lanato-

tomentellis. Petiolus circa 16–17 cm. longus sursum initio hispidus demum glabrescens pulvino basilari brunneo. Stipula 3.5 cm. longa acutiscula extus partim puberula intus glabra.

Inflorescentiae masculae geminatae pedunculo 6–7 cm. longo leviter striato hispido-scabrido pilis rigidis curvis et hamatis praedito. Spatha prae-anthesin ovata 3–3.5 cm. longa membranacea utrinque glabra. Amenta masculina 20–22 breviter pedicellata 1.5–4 cm. longa 2.5 mm. crassa in sicco, receptaculo hispido, perigonio glabro infra apicem minute lanato excepto. Pedicelli crassi 2–3 mm. longi breviter tomentelli plus hispidi.

Typus: Colombia, Com. Vaupés: Mesa La Lindosa cerrito a 15–20 Km. al sur de San José del Guaviare, 400–600 m. alt.; árbol 10–15 m. alto; en bosque rocoso; hojas pequeñas para este género. Colect. Dic. 1950 Jesús M. Idrobo + Richard Evans Schultes 662. Holotypus, US.

Cecropia idroboi se caracteriza por sus hojas relativamente pequeñas con lóbulos oblongo redondeados, verdosas con diminuto indumento en el envés y escasamente ásperas por el haz, por sus inflorescencias masculinas numerosas y pequeñas y por las espatas glabras. Estos caracteres le distinguen de las del complejo *C. peltata* L. – *C. arachnoidea* Pittier que son sus más semejantes.

CECROPIA TRILOBATA Cuatr., sp. nov.

Arbor circa 8 m. alta caule 10 cm. diam. cortice griseo ramis terminalibus scabris minute pubescentibus et pilis rigidis hamatis basi tuberculato-conicis. Folia peltata crassiuscule membranacea viridia. Lamina palmata 9–10–nervata sed 3 nervis magis evolutis, ambitu dimidio inferiore parte orbicularis superiore trilobata lobis ovatis subite acutatis erectis vel patulis cum sinis ad ultra medium profundis sejunctis, lobo maximo ab insertione petioli usque ad apicem 36 cm. longis et 16 cm. latis, duobus lateralibus circa 28 cm. longis et 15 cm. latis, radio centrale inter lobulos 11 cm. longo, dimidio inferiore rotundata paulo sinuata vel 3–5 sinuato-lobata basi 10 cm. radii ad laterem 14 cm. radii lata; supra strigoso-scabrida; subtus breviter puberula, nervis tribus principalibus robustis ceteris 6–7 eminentibus radiatis marginem versus furcatis, nervis secundariis patulis prominentibus 10–25 mm. inter se distantibus nervis tertiis parallelis valde conspicuis 3–5 mm. inter se distantibus nervulis minoribus minutum reticulum minus conspicuum formantibus: margine albido-arachnoidea. Petiolus 36 cm. longus minute puberulus. Stipula 12 cm. longa sparse pubescens intus villosa.

Inflorescentiae masculae axillares geminatae pedunculo 10–11 cm. longo pubescenti. Amenta masculina quatuor breviter pedicellata ad 21 cm. longa 3 mm. diam. in herbario, pallide purpurea leviter lanuginosa receptaculo sparse hispidulo perigonio oblongo 1.3 mm. longo minute hirtulo et arach-

noideo-lanuginoso. Spatha cylindrico-lineari longe-cuspidata minute puberula intus glabra 28 cm. longa. Pedicelli 2–6 mm. longi pubescentes.

Inflorescentiae femineae geminatae pedunculo flexuoso 22–30 cm. longo puberulo. Amenta feminea quatuor sessilia longa postanthesin 12–16 cm., fructifera 20 cm. longa 6 mm. diam. in herbario; perigonio sublaevis. Achaenia 2 mm. longa 1.2 mm. lata ovata vel elliptica laevia.

Typus: Colombia, Com. Caquetá Cordillera Oriental Km. 97 NW of Las Guacamayas, trip by mule from las Guacamayas to Ramos, Km. 59, alt. 3700 feet; tree 8 m. high, 10 cm. DBH (3 lobed leaf); bark gray, lines at nodes (same as 7765 but flr. buds) 29–IV–1944 collect. E. L. Little 7766, masculino. Holotypus, F.

La misma localidad; small tree 6 m. high 10 cm. DBH. Along trail forest km 95, alt. 4600 ft. collect. E. L. Little 7765, femenino. Paratypus, F.

Cecropia trilobata es muy afín a *C. subintegra*, de la cual difiere por los tres lóbulos foliares bien manifiestos, por ser la hoja más escabrosa en el haz, por los pedúnculos de la inflorescencia femenina muy largos, por los amentos fructificados menos largos y más delgados y por los perigonios femeninos no granulados. *C. trilobata* tiene además llamativos amentos masculinos rosados y muy largos, ligeramente lanuginosos y cortamente pedicelados, y espatas lampiñas por dentro; en *C. subintegra* no se conoce la inflorescencia masculina.

CECROPIA RICHARDII Cuatr., sp. nov.

Arbor 8–12 m. alta.

Folia peltata crassiuscule chartacea. Lamina profunde (2/3–3/4) in 7–8 lobos late obovatos basi contractos apice attenuatos subite acutatos (minimos obtusos) divissa, lobo maximo ab insertione petioli usque ad apicem 38–43 cm. longo 19–20 cm. lato, minimo 19 cm. longo 9–11 cm. lato, parte centrali integra 10–11.5 cm. radii longi inter lobos maximos et 5–5.5 cm. radii inter minimos, margine laevis vel saepe leviter undulata; supra viridis leviter asperula minutissimis tuberculis conicis acutis et sparsis pilis araneoso-intricatis praedita; subtus viridi-cinerea nervis sparse minuteque puberulis et plus minusve arachnoideis, areolis albido-lanuginosis, costis robustis eminentibus nervis secundariis prominentibus ascendentibusque vulgo 1.5–2 cm. inter eos distantibus, tertiis prominulis plus minusve conspicuis 3–4 mm. remotis, venulis minoribus in reticulo dispositis. Petiolus circa 55 cm. longus robustus striatus puberulus in parte praecipue deorsum scabridus, pulvinulo basilari velutino-tomentoso brunneo. Stipula 16 cm. longa extus minute tomentella plus sparse setosa intus plus minus villosa.

Inflorescentiae masculae axillares geminatae pedunculo robusto rigido valide striato scabroso-

hispidis pilis rigidis hamatis munito, 7-8 cm. longo. Spatha 14 cm. longa membranacea extus sparse villosa et minute tomentulosa intus sparsissime setosa. Amenta mascula 12-16 pedicellata inaequalia 6-18 mm. longa 5 mm. crassa in herbario, receptaculo hispido, perigonis oblongis 1.2 mm. longis infraapicem annulo arachnoideo-lanato ceteris glabris. Pedicelli crassi rigidi 5-8 mm. longi scabri hispidi.

Typus: Colombia, Com. Vaupés: río Piraparaná (tributario del río Apaporis): Caño Teemeña. Small tree 25-35 ft. tall. Leaves burnt for ashes to mix with coca. Barasana = *wa-kö-wee*; Makuna = *wa-ko-ra*; masculine flowers orange-yellow; leaves white underneath. 4-IX-1952 collect. Richard Evans Schultes et Isidoro Cabrera 17191. Holotypus, GH.

C. richardii es afín a *C. marginalis* Cuatr. y *C. hormigana* Cuatr. De ambas se distingue por carecer del indumento hirsuto que cubre los nervios de la hoja y los pecíolos en estas otras dos especies, el haz es semejante al *C. marginalis*. También se distingue por los pedúnculos fuertemente estriados y engrosados en el ápice careciendo de una corona de pelos largos característicos en las otras dos especies. Además *C. hormigana* tiene espadas blancas o blanquecinas y *C. marginalis* tiene las estípulas glabras por dentro. Una comparación más detallada no es posible por faltar material del sexo complementario. También es afín a *C. mocoana* Cuatr., pero entre otras diferencias tiene amentos menos numerosos, pedicelos gruesos, rígidos, perianto aracnoideo y pedúnculos engrosados en el ápice.

CECROPIA MITUANA Cuatr., sp. nov.

Arbor circa 10 m. alta.

Folia peltata crasse membranacea. Lamina palmata usque ad 1/2 vel 3/5 in 7 lobos obovato rotundatos obtusissimos vel subite breviterque acuminatos basim angustatos fissa, lobo maximo ab insertione petioli usque ad apicem 41 cm. longo et 21 cm. lato, minimo 16 cm. longo 12 cm. lato; parte centrali integra radii 18 cm. longi inter lobos maximos, 6-10 cm. longi radii inter minimos; supra saturate viridis scabra pilis strigosis et minutis tuberculis conicis munita; subtus dense adpresseque albo-lanata, costis valde prominentibus nervis secundariis eminentibus 1.5-3 cm. inter se distantibus nervis tertiis prominulis parallelis 2-3 mm. inter se distantibus cum indumento fere velatis reliquis nervulis obsoletis. Petiolus robustus ad 55 cm. longus striatus tantum lana arachnoidea plus minusve decidua tectus.

Inflorescentiae masculae geminatae pedunculo 3-5 cm. longo pubescenti-scabroso pilis rigidis rectis vel hamatis brevibus praedito. Spatha 7.5 cm. longa cuspidata dense albo lanata et sparse setosa, intus sparse setulosa. Amenta mascula 12 pedice-

llata 3.5-5.5 cm. longa, in herbario 2-2.5 mm. diamitentia, receptaculo sparse piloso pilis capillaribus tenuissimis 0.5-0.6 mm. longis, perigonio masculi subglabro tantum parvissimis brevibus setis munitis. Pedicelli 8-10 mm. longi rigidi scabri brevis pilis conicis acutis patulis tecti.

Typus: Colombia, Com. Vaupés: Mitú, orilla río Vaupés, 200 m. alt.; árbol 10 m., colect. 16-IX-1939 J. Cuatrecasas 6818. Holotypus, US, isotypus, COL.

C. mituana es muy característica por ser árbol frondoso con hojas muy blancas por el envés; es muy afín a *C. bicolor*, pero se distingue porque los nervios y pecíolos son lanuginosos y no hirsutos ni hispídos.

CECROPIA LIBRADENSIS Cuatr., sp. nov.

Arbor grandis in silva.

Folia tenuiter coriacea peltata. Lamina palmata ad 2/3 profunde in 8 lobos obovato-oblongos apice subrotundatos vel obtusissimos abrupte apiculatos fissa; lobo maximo ab insertione petiolo usque ad apicem 33 cm. longo et 13.5 cm. lato, lobo minimo 15 cm. longo 7 cm. lato parte centrale integra 11 cm. longo radii inter lobos majores, 7 cm. inter minores, margine laevis vel levissime undulata; supra viridis minutissime conico-tuberculata scabridaque; subtus albo-cinerea nervis primariis secundariisque minute pubescentibus, reliqua dense adpresseque albo-arachnoideo-lanata, costis robustis elevatis nervis secundariis parallelis confertisque ascendentibus bene prominentibus 4-10 mm. vulgo inter se distantibus, nervis tertiis prominulis aliquando conspicuis saepius cum indumento plus minusve velatis. Petiolus 28-30 cm. longus striatus glaber vel parce puberulus. Stipula 13 cm. longa acuminata extus glabra intus villosa.

Inflorescentiae masculae geminatae pedunculo crasso 3-5 cm. longo glabro vel sparse puberulo. Spatha cylindraca subite apiculata ad 18.5 cm. longa extus minutissime tomentella intus dense sericeo-villosa. Amenta mascula 5-8 pedicellata flexuosa 9-16 cm. longa, in herbario 3-4 mm. crassa, receptaculo parce setoso, perigonio glabro (vel sparsissimis minutis pilis). Pedicelli 4-10 mm. crassiusculi hispidi.

Typus: Colombia, Dep. Norte de Santander, región del Sarare: Quebrada de la China en la hoya del río Cubugón, Santa Librada: El Reposo, 800 m. alt., gran árbol, colect. 20-XI-1941 J. Cuatrecasas 13355, individuo masculino. Holotypus, F. Paratypus, COL.

Esta planta fue considerada en una publicación anterior (Rev. Acad. Col. C. E. F. y N. 6:292) como probable ejemplar masculino de *C. sararensis* Cuatr., pero después de nueva revisión veo que se trata de otra especie. Se distingue por la hoja escabrosita en el haz y blanco lanuda en el envés cuyo indumento cubre los espacios entre los nervios terciarios

y a veces también éstos, y por las espatas que son densamente vellosas por dentro. En *C. sararensis* las hojas son casi lisas por el haz y en el envés tienen diminuto indumento limitado a las areolas intra-reticulares. *C. libradensis* es también afín a *C. tolimensis* de la cual difiere por los nervios secundarios muy próximos (distanciados menos de 1 cm.) y por los amentos poco numerosos.

CECROPIA METENSIS Cuatr., sp. nov.

Folia peltata coriacea. Lamina palmata usque ad 2/3 in 8 lobos obovato-oblongos obtusos fissa, lobo maximo ab insertione petioli usque ad apicem circa 32 cm. longo et 17 cm. lato, lobo minimo 16 cm. longo 8 cm. lato, parte centrali integra 8 cm. radii inter lobos majores et 1.5 cm. radii inter minores, margine integra vel levissime undulata; supra viridis minute conico-tuberculata scabrida aliquando sparsissime araneosa; subtus cinerea vel albida costis robustis eminentibus pubescentibus breviterque hispidulis vel parce araneosis, nervis secundariis prominentibus circa 1.5 cm. inter se distantibus pubescentibus nervis tertiis prominulis parallelis minute pubescentibus plus minusve arachnoideis cetera minute adpresseque arachnoideo lanata. Petiolus striatus pubescens hispidulus vel arachnoideis.

Inflorescentia feminea pedunculo ad 20 cm. longo subglabro sparsissime piloso araneosoque. Amenta feminea 4, praematuratione 15 cm. longa 6 mm. in herbario crassa, perigonio lanuginoso, stigmatibus penicillato-peltato rubescente lato. Pedicelli crassi 2-3 mm. longi glabri. Achaenia elliptica granulata.

Typus: Colombia, Int. Meta: Puerto López, 300 m. alt.; arbor 8 mts., amentos blanquecinos, pedúnculos 20 cms. colect. Jul. 1946 Jaramillo, Mesa, Idrobo y Fernández 378. Holotypus, US.

C. metensis es afín a *C. sararensis* Cuatr. de la cual se distingue por el indumento de las hojas en el envés que son más lanuginosas y blanquecinas o cinéreas y tienen la nerviación pubescente; también son escabrositas en el haz mientras que la especie del Sarare tiene el haz liso y los nervios y peciolo glabros. Además la planta del Meta tiene las inflorescencias más largamente pedunculadas, el perigonio lanuginoso hasta el mismo ápice los estigmas más anchos y desarrollados.

Probablemente corresponde a la misma especie el siguiente ejemplar masculino de características foliares semejantes.

Inflorescentiae masculae solitariae pedunculo 13 cm. longo parce pubescenti minuteque hispidulo scabrido. Spatha cylindrico-lanceolata acuta 10.5 cm. longa submembranacea tenue albo-lanata et sparse setosa, intus pubescens. Amenta mascula 12-14 pedicellata praeanthesein 8 cm. longa in herbario 2 mm. lata. Receptaculum breviter hispidum. Perigonium apice leviter araneoso. Pedicelli 5-7 mm. longi, minute puberuli.

Colombia, Int. Meta: Sabanas de San Juan de Arama, margen izquierdo del río Guéjar, alrededores del aterrizaje Los Micos, 500 m. alt., árbol 18 m. alto, colect. Dic. 1950 J. M. Idrobo + R. Evans Schultes (604 (US)). Este ejemplar tiene las hojas más lanosas y blanquecinas que el tipo y tiene un fragmento de rama que muestra entrenudos de poco más de 1 cm. de largo y fuertemente ásperos por pelos cónicos, rígidos.

Creo que pertenece a la misma especie una colección de Puerto López (Little 8242, small tree 8-12 m. 6-10 cm. DBH; bark gray smooth lichen patches nodes ringed 2-10 cm. apart, "guarumo") que tiene indumento lanudo abundante en el envés de la hoja extendiéndose por peciolo y pedúnculos.

CECROPIA FERREYRAE Cuatr., sp. nov.

Arbor 3-5 m. alta caule 5-8 cm. diam.

Folia peltata coriacea. Lamina palmata profunde (1/2) 7-lobata lobis obovatis vel ovatis basi angustatis apicem attenuatis acutiusculis sed minoribus obtusis, margine laevis, lobo maximo ab insertione petiolo usque ad apicem 24 cm. longo et 11 cm. lato, minimo 8 cm. longo 4 cm. lato parte centrali integra ad 9.5 cm. longi radii inter lobos majores et 5 cm. inter lobos minores; supra viridis molliter pubescens pilis longis mollibus basi conicis munita; subtus cinerea nervis principalibus eminentibus pubescenti-hirsutis, cetera nervatione pubescenti-hirtula alveolis reticuli albo-lanatis, nervis secundariis prominentibus 10-14 mm. inter se distantibus, nervis tertiis quaternisque tenuibus prominentibus reliqua cum tomento lanato arachnoideo tecta.

Inflorescentiae masculae praesumptae geminatae axillaresque, pedunculo 6.5 cm. longo tenue tomento arachnoideo et pilis patulis hamatis basi conicis praedito. Spatha rubescens visu glabra sed sparse puberula et tenuiter arachnoidea intus glaberrima longe acutissimeque acuminata 14 cm. longa. Amenta masculina numerosa pedicellata, 46-48, lutescentia 6-12 cm. longa 1.2-2 mm. in sicco crassa, receptaculo glabro perigonio sparsis setis brevibus acutis munita, filamentis paulo inaequalis. Pedicelli 4-7 mm. longi pubescentes.

Typus: Perú, Dep. Loreto, prov. Coronel Portillo: Km. 11 carretera Pucallpa-Huánuco, cerca de Pucallpa, selva tropical, alt. 200-300 m. "cético," 8-IV-1953 colect. Ramón Ferreyra 9032.

Cecropia ferreyrae pertenece a la subsección *Polystachyae* Snethlage y es afín a *C. multiflora* Sneth., pero de ella se distingue por el haz de la hoja finamente pubescente, no áspero sino provisto de abundantes pelos largos, suaves, patentes y por el envés que presenta los nervios hispídos. Además, el peciolo es hirsuto y los amentos son cortamente pedicelados.

CECROPIA ALEXANDRINA Cuatr., sp. nov.

Arbor 7-8 m. alta caule 12-15 cm. diam.

Folia peltata coriacea. Lamina palmata profunde (3/4-4/5) 12-lobata, lobis oblongis apice rotundato-angustatis obtusis basim versus paulo attenuatis maximo ab insertione petioli usque ad apicem 26-27 cm. longo et 5-5.5 cm. lato, minimo 13 cm. longo 3.5 cm. lato, parte centrali integra 6 cm. longi radii inter lobos majores 3 cm. radii inter minimos; supra griseo-viridis opaca scabra minute conico-strigosa tuberculatisque; subtus nervos principalibus exceptis albo cinerea, costis in sicco brunneis valde elevatis minute puberulis, nervis secundariis numerosis parallelis inter se 4-8 mm. distantibus prominentibus brunneis minute puberulis, nervis tertiis prominulis transverse conspicuis paulo puberulis brunnescentibus; reliquis nervulis reticulatis plus minusve visibilibus plus minusve cum tomento arachnoideo-lanato compresso velatis, areolis dense compresso-lanatis. Petiolus 34 cm. longus striatus sparse pubescente-setosis, pulvino basilari brunneo parvis setis albis conspersis munito.

Inflorescentia feminea pedunculo 4 cm. longo crasso hirsutulo. Spatha praeanthesin 4 cm. longa subite apiculata albo lanata et sparse setosa intus sparse setosa. Amenta feminea 8 breviter pedicellata, praeanthesin circa 3 cm. longa 3 mm. lata (in sicco), fructifera 4.5-6 cm. longa 1 cm. crassa. Perigonio rotundato conico-tuberculato. Stigmata breviter penicillata. Achaenia 1.8-2 mm. longa basi acuta apice obtusiuscula superficie tuberculata. Pedicelli crassi 2-3 mm. longi pubescentes.

Typus: Perú, Dep. Loreto, prov. C. Portillo: San Alejandro, Pucallpa, selva tropical 200-300 m. alt. "cético", colect. 8-IV-1953 Ramón Ferreyra 9037.

Cecropia alexandrina es afín a *C. montana* Sneth. pero se distingue por tener los lóbulos foliares más largos y numerosos y por carecer los nervios y el pecíolo de la lana aracnoidea que los cubre en la especie de Snethlage. Así se destacan con tono pardo no sólo los nervios primarios sino también los secundarios y los terciarios del fondo blanco tomentoso que cubre las areolas y el retículo. Además, *C. alexandrina* se aparta de *C. montana* y de otras, por presentar 8 amentos femeninos cortamente pedicelados y por los estigmas más pequeños.

CECROPIA YARINENSIS Cuatr., sp. nov.

Arbor 20-22 m. alta caulo 23-25 cm. diamitente.

Folia peltata coriacea. Lamina palmata profunde (3/4) in 8-9 lobis oblongis apice subite angustatis subacutis divisa; lobo maximo ab insertione petiolo usque ad apicem 32-34 cm. longo 8-10.5 cm. lato, minimo 13-14.5 cm. longo 5 cm. lato, parte centrale integra radii 7-7.5 cm. longi inter lobos majores et 1.7-3 cm. longi inter minores, margine laevis vel leviter undulatis; supra viridis scabra pilis tuberculatis conicis minutis et pilis strigosis sparsis mu-

nita interdum etiam paulo araneoso; subtus alba vel albo-cinerea costis nervisque secundariis pubescentibus et tenuiter araneosis reliqua dense adpressequae albo-arachnoideo-lanata, costis valde eminentibus, nervis secundariis elevatis confertis parallelis ascendentibus 4-7 mm. inter se distantibus, nervis tertiis filiformibus confertis saepe cum indumento velatis. Petiolus circa 38 cm. longus robustus striatus pubescens et plus minusve araneosus.

Inflorescentia feminea pedunculo elongato plus minusve compresso leviter scabrido pilis rigidis patulis basi conicis patulis vel inclinatis et pilis mollibus intermixtis praedito, 18 cm. longo. Spatha tubulosa acuta praeanthesin 17 cm. longa extus dense albo-lanata intus hirsuto-villosa. Amenta feminea pedicellata anguste cylindrica elongata albo-lanata, quatuor praeanthesin 14-15 cm. longa, in herbario 4 mm. crassa, post anthesin 20 cm. longa 5 mm. crassa, perigonio femineo lateraliter strigoso sursum et apice lanatissimo, stigmatate lato stellato-penicillato rubroque. Achaenia rubescentia nitida granulata elliptica 2-2.5 mm. longa 1.2-1.5 mm. lata, paulo compressa. Receptaculo hispido. Pedicelli 15-20 mm. longi robusti minute hispido-scabri pilis brevibus rigidis conicis patulis rectis vel curvis praediti.

Typus: Perú: Dep. Loreto, prov. C. Portillo: Pucallpa 4 km. de Yarina, carretera a Huánuco, selva tropical 200-300 m. alt.; árbol 21-22 m. alto, 23-25 cm. diám., madera dura, 8-IV-1953 colect. Ramón Ferreyra 9044. Holotypus. Otro ejemplar: Perú, mouth of río Santiago on high land, collect. G. Tessmann 4058; ejemplar con frutos maduros (NY).

C. yarinensis es afín a *C. leucocoma* Nig. pero se distingue por la aspereza del haz de la hoja y por los amentos femeninos más largos y pedicelados.

POUBOUMA CUATRECASASII Paul Standley, sp. nov.

Arbor 15-20-metralis, ramulis crassis subdense foliatis pilis longis patentibus vel adscendentibus fulvis mollibus usque 5 mm. longis dense indutis et quoque inter pilos longos dense breviter pilosis; stipulae caducae ca. 14 cm. longae et explanatae 3 cm. latae ut ramuli densissime indutae; folia chartacea petiolata in sicco supra brunnescenti-fuscescentia, petiolo crassiusculo 3.5-5 cm. longo densissime pilis longis et brevibus intermixtis fulvescentibus dense sericeo; lamina ovalis 14-23 cm. longa 8-13.5 cm. lata apice late rotundata, basi anguste rotundata saepe paulo undulata, supra ad nervos pilis longis adpresso-pilosa, aliter glabra, subtus pallida ad nervos longi-sericea, intra nervos dense minuteque adpresso-tomentulosa, nervis lateralibus utroque latere ca. 20 elevatis rectis in marginem desinentibus, venis numerosissimis crebris arete parallelis; inflorescentiae feminae axillares solitariae monocephalae, pedunculo 6.5-8.5 cm. longo recto densissime pilis longis brevibusque in-

termixtis adscendentibus dense induto; flores femini pauci vulgo 3-4, perianthio oblongo-clavato dense ferrugineo-tomentuloso ca. 8 mm. longo; stigma magnum ca. 4 mm. latum dense hispidulum.

Colombia: Vaupés, Mandi near Mitú, alt. 200 meters, October 24, 1939, *J. Cuatrecasas* 7299 (type in Herb. U. S. Nat. Mus.; photo. in Herb. Chicago Mus.). Vernacular name uvo silvestre. A member of a group of species native the Amazon region, but not matched by any of the numerous species of which authentic material is available for comparison. (Texto de Paul Standley).

POUROUMA CRASSIVENIA Cuatr., sp. nov.

Arbor 30 m. alta caule 50 cm. diamitenti cortice intus albo extus rubescenti-brunneo seccione succum nigricantem proficientem secernenti, radicibus epigeis basim trunci firmatis. Rami terminales annulari-cicatricosis internodiis circa 1 cm. longis tuberculatis breviter pubescentibus. Stipulae terminales caducae 7-12 cm. longae crassae cylindrancelanceolatae breviter apiculatae extus adpresse sericeo-pubescentes intus densiore longioreque sericeae.

Folia alterna longe petiolata firme coriacea. Petiolus 14-32 cm. longus rigidus anguste striatus adpresse pubescenti-sericeus. Lamina plerumque 17-38 cm. longa et lata, 3 (-5) palmati-nervata trilobata basi profunde cordata, lobo medio subobovato oblongo basim angustato apice subite angustato acuminatoque ab insertione petioli usque ad apicem 16-30 cm. longo, 9-14 cm. lato, lobis lateralibus paulo minoribus ovato-oblongis basi uno latere valde ampliato-rotundato apice subite attenuatis cuspidatisque, parte centrali concrecenti 4-6 cm. radii, margine leviter sinuata; supra viridis scabra pilis minutis callosis conicis acutissimis copiose praedita; subtus pallidior tenuiter minuteque sericeo-puberula costis 3 (vel 5) crassis valde eminentibus adpresse pubescenti-sericeis, nervis secundariis circa 18-24 valde eminentibus ascendentibus rectis parallelis vulgo 7-10 inter se distantibus minute pubescenti-sericeis, nervis tertiis bene prominulis congestis parallelis 0.6-1 mm. distantibus puberulis, pilis minutis sparsis praeditis, reliquis venulis crassiusculis minutum congestem reticulum formantibus venulis sparsis minutis setulis munitis, alveolis angustis profundis paucissimos brevissimos floccos araneosos habentibus.

Inflorescentiae masculae ample paniculatae axillares ad terminationem ramulorum quam petiolus valde longiores, 15-20 cm. longae. Pedunculi crassiusculi 7-8 cm. longi erecti vel paulo flexuosi, ramulisque ramificatis flexuosis brunneo-tomentosis et pubescentibus pilis crassis brevibus rubescentibus patulis copiosis et pilis simplicibus sericeis longioribus subpatulis vel subadpressis vestitis. Flores masculi copiosi ad extremum ramusculorum sessiles vel breviter pedicellati glomerati, pedicellis crassis

usque ad 1 mm. longis, perianthio 4 tepalis subulatis acutisque sparse setulosis 2 mm. longis subliberis, staminibus 4 filamentis glabro crasso 0.8-1 mm. longo, antheris ellipticis circa 8 mm. longis.

Inflorescentiae femineae anguste paniculatae axillares ad terminationem ramulorum circa 12 cm. longus in statu fructifero usque 20 cm. longae, pedunculo ramulisque crassiusculis rigidis, erectis brunnescentibus crassiuscule tomentosus et plus minusve setosis. Flores feminei pedicellati plus minusve seriatim secundum ramulos ultimos. Pedicelli crassi 2-4 mm. longi dense tomentosi setulosique apice valde incrassati magis hispidulis. Perianthium ovato-ellipticum tomentoso-velutinum 2-3 mm. longum. Stigma crasse peltato-discoideum tomentosum 1-1.5 mm. diamitente. Fructus maturitate 1.6-2 cm. longus ovato-ellipticus, pericarpio duro lignosulo laevi circa 15 mm. longo in perianthio acrescenti crasso pulposo extus puberulo-tomentello fusciscentique incluso.

Typus: Colombia, Dep. Valle; Cordillera Occidental, vert. occidental: Hoya del río Digua, lado izquierdo, Piedra de Moler, bosques 1000-1100 m. alt. "Arbol grande con raíces estribos cortas y gruesas; corteza interiormente blanca exudando por fractura un líquido fluido negro. Hoja coriácea, escabrosa en el haz, quebradiza. Estípula-espata verde amarillenta clara." Colect. 24-VIII-1943 J. Cuatrecasas 15071; individuum femineum. Holotypus F.

Colombia, Dep. Valle; Cordillera Occidental: Hoya del río Sanquinini, lado izquierdo, La Laguna bosques 1350 m. alt. "Arbol 30 m., 50 cm. diam. Cortas raíces estribos. Madera semiblanda, liviana, amarillo-rosada. Corteza pardo rojiza, sección 7 mm., en la parte superior rugoso granulosa de color canela. Hoja coriácea, rígida, quebradiza, verde haz, verde amarillenta envés." Colect. 14-XII-1943 J. Cuatrecasas 15520; individuum masculum. Paratypus, F.

Dep. Valle, Cordillera Occidental, vert. occidental: Hoya del río Sanquinini, lado izquierdo, La Laguna, bosques 1350 m. alt. Arbol grande. Colect. 14-XII-1943 J. Cuatrecasas 15534; individuum femineum. Paratypus, F.

P. crassivenia es afín a *P. chocoana* Standley y *P. aspera* Trecul., pero se distingue y caracteriza por las hojas (trilobadas) de lóbulos más profundamente separados, menos anchos y más agudos, por el indumento más fino y sedoso en nervios, pecíolos y estípulas y especialmente por la textura del envés de la hoja, la cual tiene los nervios terciarios más próximos entre sí y las venitas que forman el retículo son gruesas y más juntas formando alvéolos pequeños. El indumento sobre el retículo se reduce a escasos y minúsculos pelos y los huecos del retículo presentan en el fondo un casi imperceptible tomento arañoso. En cambio en *P. chocoana* las hojas son lanuginosas por todo el envés y el retículo menos denso. *P. aspera* presenta

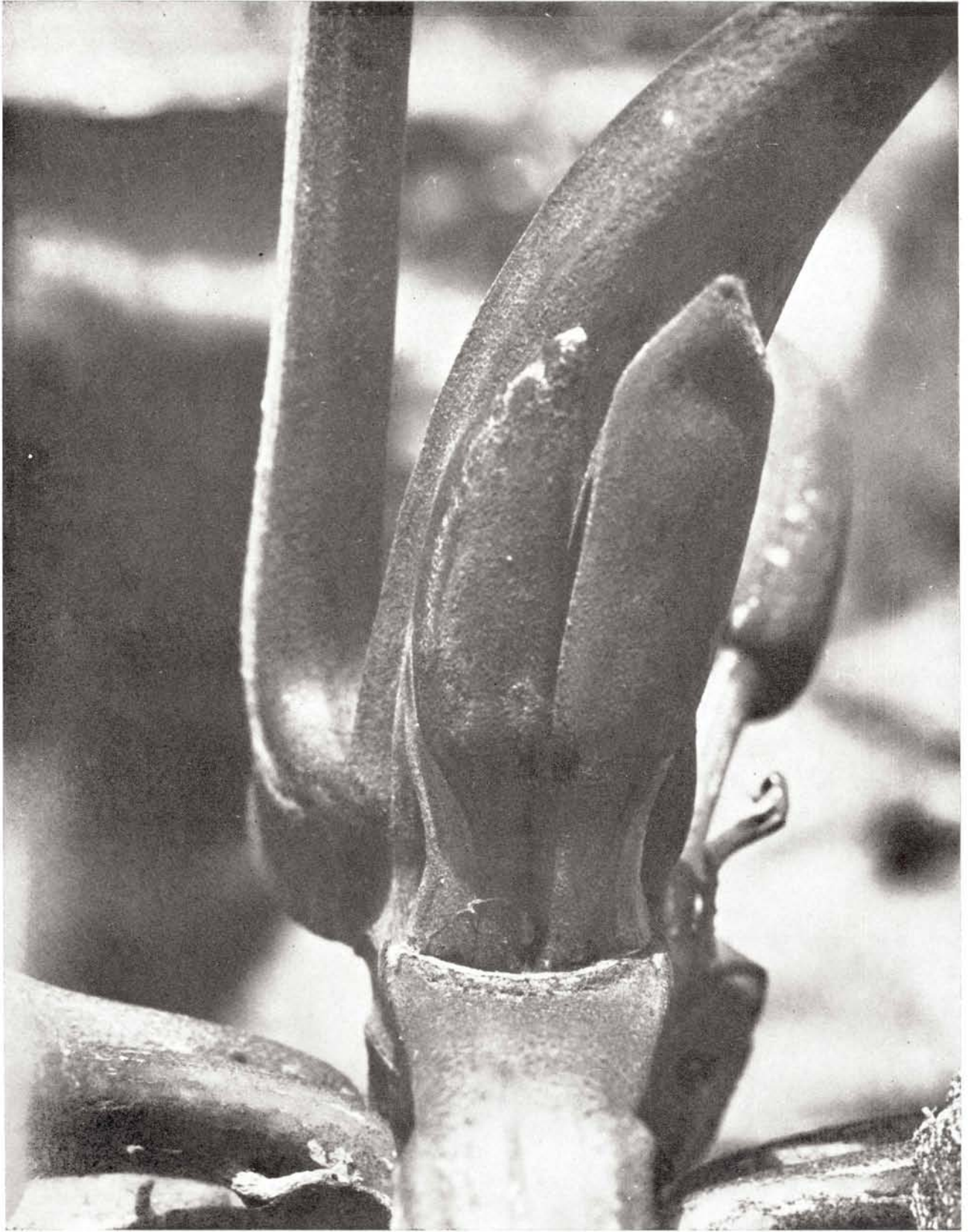


Inflorescencias femeninas de *Cecropia hispidissima* Cuatr.; ejemplar tipo.

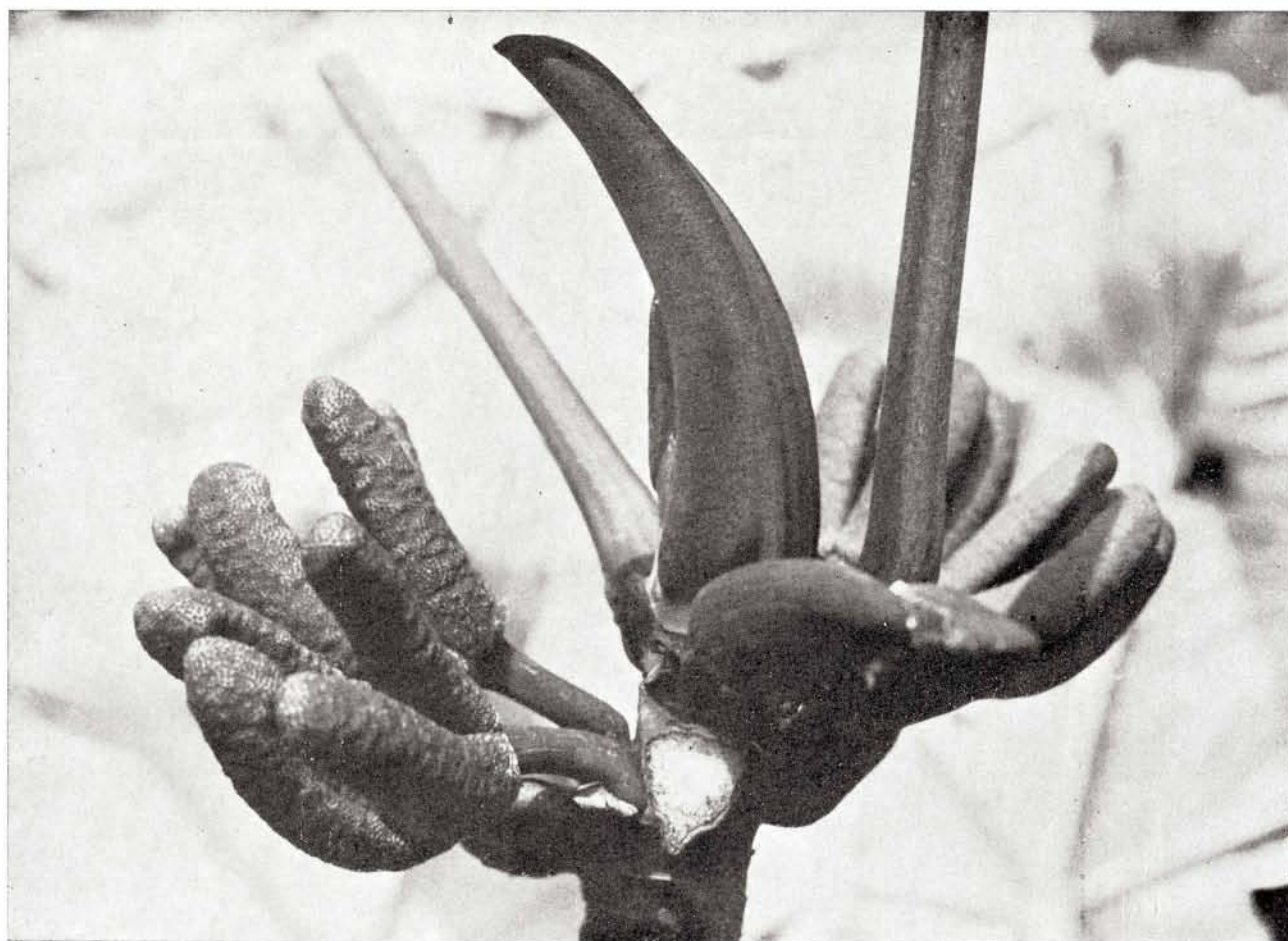


Individuos jóvenes de *Cecropia megastachya* (arriba e izquierda) y de *C. hirsutissima* (inferior derecha), en la Hoya del Anchicayá.

Foto Cuatrecasas



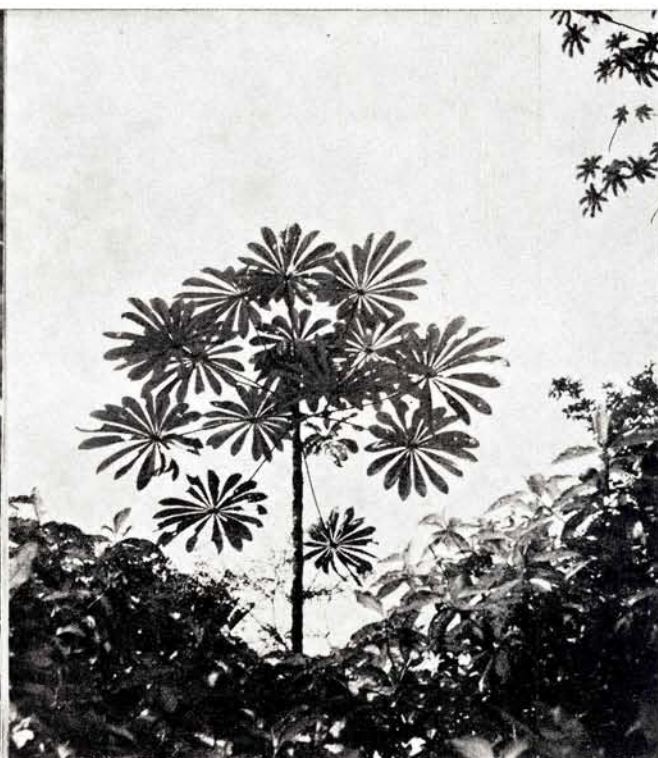
Inflorescencias femeninas de *Cecropia bracteata* Cuatr., en capullo; ejemplar tipo.



Fructificaciones de *Cecropia bracteata*; ejemplar tipo.



Individuo masculino de *Cecropia hispida*; ejemplar tipo.



Ejemplar joven de *Cecropia garciae*, en la Hoya del río Dagua.

también las hojas pubescentes y albo-tomentosas por el envés.

DORSTENIA COLOMBIANA Cuatr., sp. nov.

Herba semiprostrata ad 30 cm. alta caule plagiotropo radicante extremo folioso plus minusve erecto crassiusculo flexuoso pubescenti pilis tenuis retrorso-strigosis munito. Stipulae herbaceae triangulares acutae basi amplectentes 4 mm. latae 4-5 mm. longae glabrae vel parcellissimis pilis.

Folia membranacea petiolata alterna viridia colorata. Lamina ovata vel ovato-elliptica basi rotundata vel obtusissima integra vel leviter emarginata apice attenuata vulgo longe cuspidata, margine obtusissime crenata vel laevis, 9-12 cm. longa 4.5-5.5 cm. lata; supra levissime asperula aspectu glabra sed pilis strigosis sparsis munita; subtus asperula in nervis pilis rigidiusculis brevibus acutis rectis vel hamatis praedita, costa eminenti nervis secundariis 7-9 utroque latere subpatulis ad marginem arcuato-ascendentibus anastomosantibusque, nervis tertiis prominulis laxo reticulatis. Petiolus 2-2.5 cm. longus plus minusve flexuosus pubescens pilis strigosis acutis retrorsis densiuscule munitus.

Inflorescentiae pedunculatae axillares in extremis caulibus pedunculo tenui flexuoso retrorso-strigosulo 1-1.5 cm. longo. Receptaculum suborbiculatum vel subellipticum 6-8 mm. diametente margine

sinuato-crenatum irregulariter dentatum dentibus deflexis extus sparse pilosis pilis patentibus acutis. Flores masculi femineique per totem receptaculum sparsi; masculi perianthio membranaceo breviter hispidulo irregulariter inciso circa 0.8 mm. alto staminibus duo filamentis glabris 1.2-1.5 mm. longis. Flores feminei in alveolis immersis ovario 0.8 mm. longo glabro stylo circa 1.2 mm. longo extremo bifurcato.

Typus: Colombia, Dep. Valle; Córdillera Occidental, vertiente occidental: hoyo del río Sanquinini, lado izquierdo, La Laguna, bosques 1250-1400 m. alt. Hojas tenues y flores verde claras. Colect. 14-XII-1943 J. Cuatrecasas 15508. Holotypus, F; Isotypus, US.

D. colombiana es afín a *D. umbricola* A. C. Smith del Perú y a *D. lindeniana* Bureau, de América Central. De la especie peruana se distingue por la hoja más ancha y aovada, por carecer de pelos ganchudos en tallos y peciolo, por las inflorescencias con flores masculinas distribuidas en todo el receptáculo y por los periantos hispidulos y mayores. De *D. lindeniana* se diferencia por las hojas tenues, concóloras, ovales u elípticas, no acorozonadas en la base ni dentadas en el margen, por los pelos menos abundantes y más tenues y por no ser tan áspera o escabrosa como es la planta centroamericana. De ambas se distingue también *D. colombiana* por las estípulas anchamente triangulares y glabras.

De todos es sabido, y en particular de los botánicos, que la vegetación de Colombia es prodigiosamente extensa y variada. Así, sólo me limitaré a tratar de describir las especies del Género *Polypodium*, familia *Polypodiaceae*, existentes en el Herbario del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, y que hacen parte del extenso grupo formado por la Sub-Clase *Leptosporangiadas*, Orden *Filicales*. De la familia *Polypodiaceae*, hay actualmente en la colección, ocho Géneros y ciento veintisiete especies.

La familia *Polypodiaceae*, en general, se compone de plantas casi siempre epífitas y muy raras veces terrestres; rizoma trepador y en algunos casos ascendente; frondas comúnmente simples, pinnadas y escasamente compuestas; soros redon-

dos, sin indusio, y situados apicalmente sobre placentas, en los espacios intervenulares del envés de los esporófilos; esporangios con anillo longitudinal, incompleto, de 12 a 14 celdas, largamente pediculados, con dehiscencia ventral; esporas hialinas, bilaterales, reniformes.

El Género *Polypodium* se caracteriza por el rizoma escamoso; frondas estipitadas, articuladas al rizoma; simples o compuestas, glabras o cubiertas de escamas; muy raras veces pubescentes; venas furcadas, libres o anastomosadas, con venillas secundarias; soros típicamente redondos, situados en los espacios intervenulares, sobre placentas y en el envés de los esporófilos o frondas fértiles; esporangios con pedículo delgado, translúcido, cuya longitud es, poco más o menos, la del esporangio; éste es ovalado, ensanchado hacia el ápice, y aguzado en la base; cuando maduro tiene una pared constituida por un solo estrato celular, provisto de un anillo longitudinal que se extiende desde el ápice y el dorso, hasta un poco antes de la cara ventral; el anillo está formado por tabiques radiales e internos, bastante engrosados, que originan celdas a lo largo de su recorrido, cuyo número varía entre 12 y 18 (Fig. 1); este anillo es elástico, y en el momento de la dehiscencia se recoge, ayudando así, a que el esporangio pueda abrirse fácilmente por el centro de su cara ventral (Fig. 2), dando salida a multitud de esporas hialinas de forma reniforme.

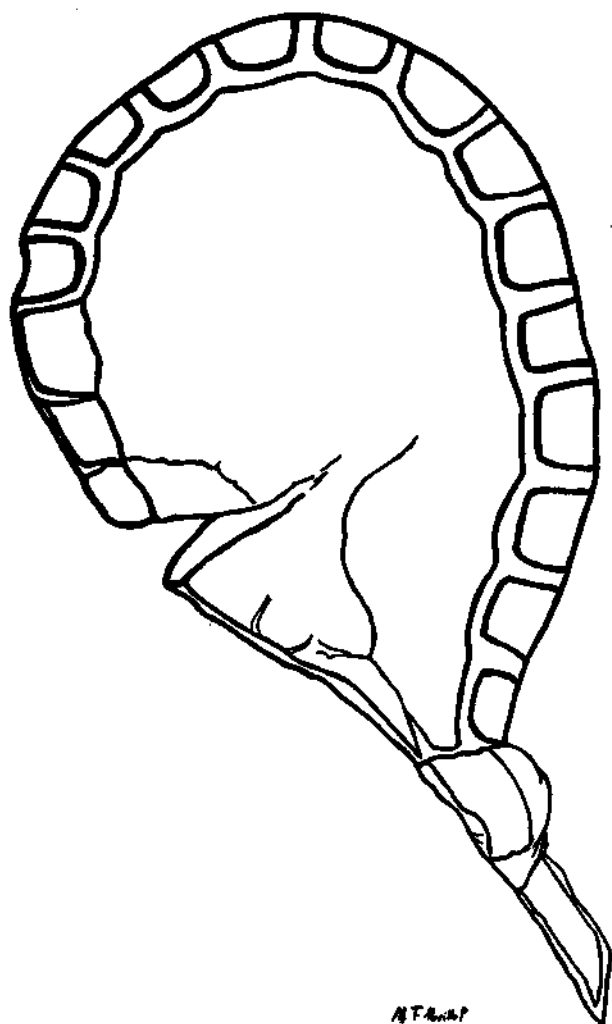


Fig. 1

Esporangio del género *Polypodium*, con pedículo no completo y celdas en número de 17.

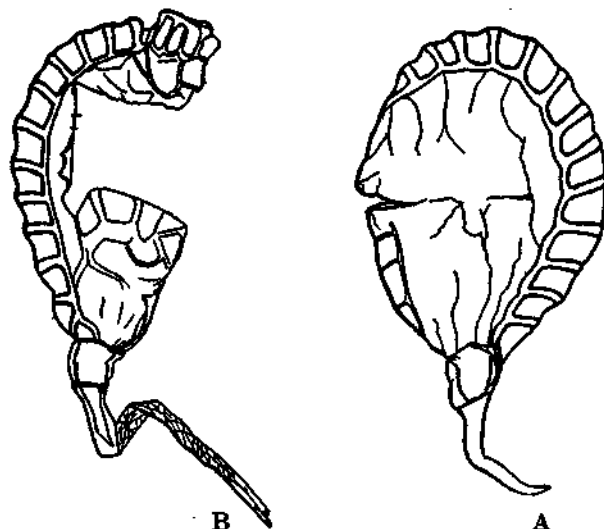


Fig. 2

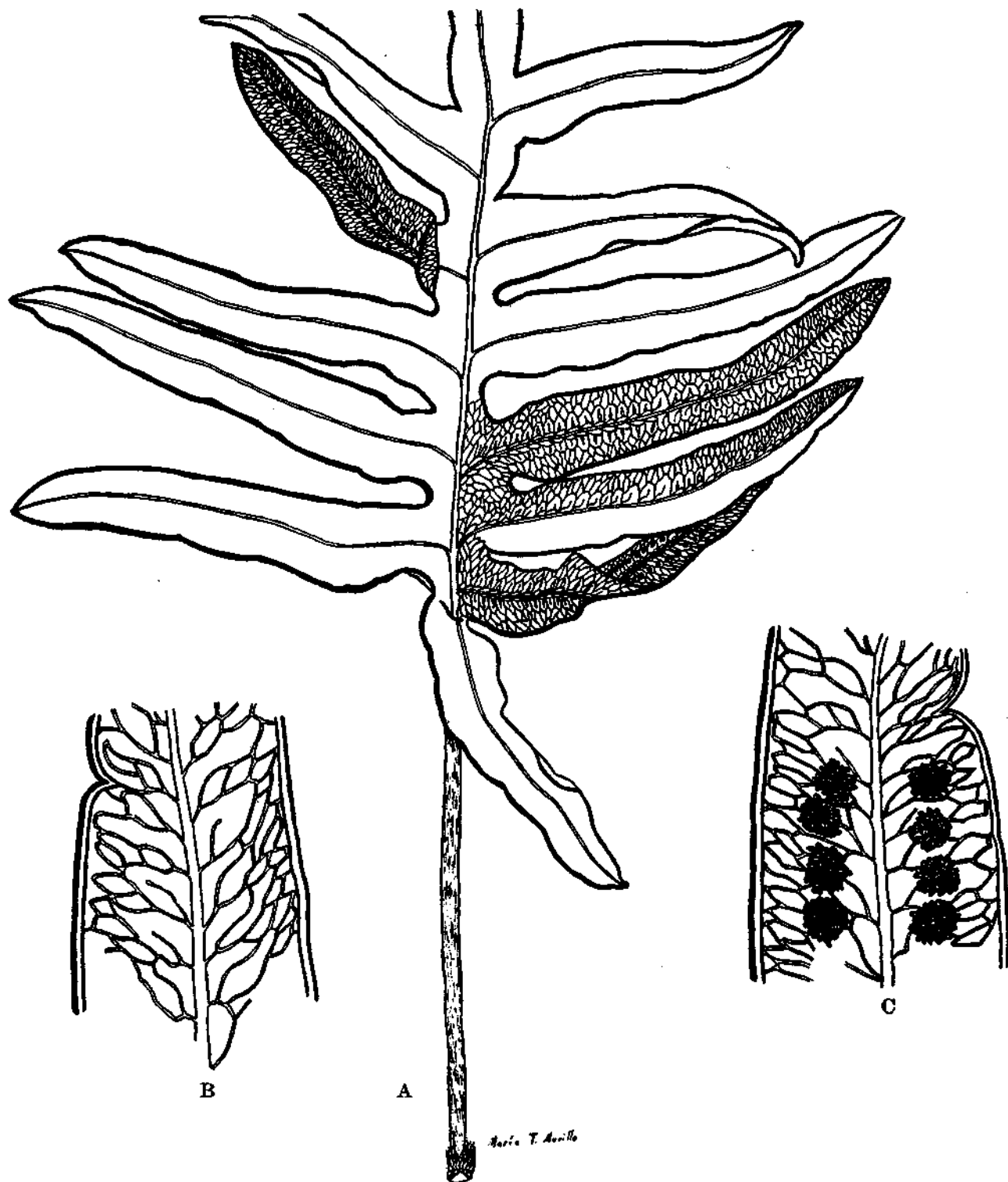
(A) Esporangio del mismo género antes de la dehiscencia.
(B) Esporangio del mismo género, en la dehiscencia.

ESPECIES

1) *P. aureum* L. (Fig. 3), planta epífita, rupícola o terrestre; rizoma corto, cubierto de escamas o tricomas rojizos, anchos en la base y largamente acuminados hacia el ápice; frondas articuladas al rizoma, profundamente hendidas; peciolo ca. 5.5 cms., a 43 cms., de largo; segmentos ca. 4.5 cms., a 31 cms., largo; por ca. 1 cm. a 2.5 cms., de ancho; nervadura reticulada; soros redondos, situados en el envés de los esporófilos, a lo largo y a uno y otro

lado de la nervadura central de los segmentos y en número de uno, formados por multitud de esporangios, cuyo anillo longitudinal posee de 12 a 14 celdas; provistos además de largo pedículo; con esporas reniformes, hialinas.

Ejemplares consultados: *J. Cuatrecasas*, No. 9713, epífita, Depto. Cundinamarca, Cordillera Oriental, vertiente oriental, entre Machetá y Guateque, hoya del río Machetá, 1800-1900 m., alt., junio 30-1940. *H. García-Barriga*, No. 10918, frondas de



Maria T. Arellano

Fig. 3

- (A) Fronda de *P. aureum* L., mostrando segmentos por la haz y el envés.
 (B) Haz de un segmento de *P. aureum*, aumentado.
 (C) Envés del mismo segmento con varios soros, aumentado.

color verde por la haz, soros amarillos, Depto. Cundinamarca, Municipio Mosquera, Laguna "La Herrera", alrededores, alt. 2680 m., diciembre 14-1943.

2) *P. glaucophyllum* Kze. (Fig. 4), planta epífita sobre troncos de árboles o enredada en éstos; rizoma horizontal, serpenteante, trepador, blanquecino, resinoso y cubierto por tricomas o escamas redondeadas o semi-alargadas-acuminadas, de tejido reticulado; éste es más oscuro hacia el centro de la

escama. Frondas simples, oblongo-lanceoladas, ca. 12 a 33 cms., de altas, considerando el peciolo, por 2.2 a 4 cms., de anchas; con nervadura penninervia y nervicillos secundarios que convergen oblicuamente, presentando u originando en su unión, una manchita ovalada y casi siempre oscura, que es bastante visible en la haz, y perfectamente distinguible en el envés, cuando el soro no se ha desarrollado; las frondas de color verde, más oscuro

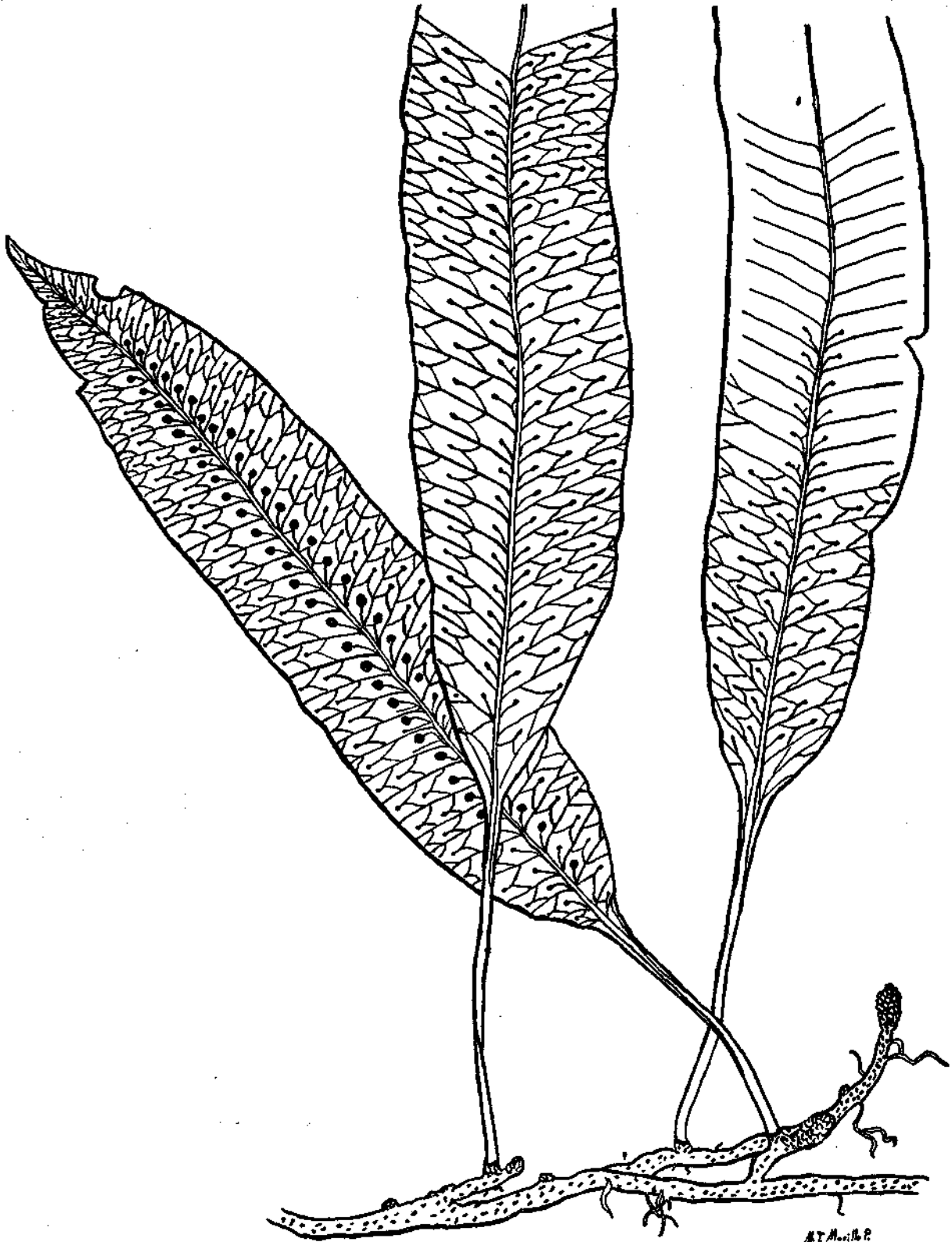
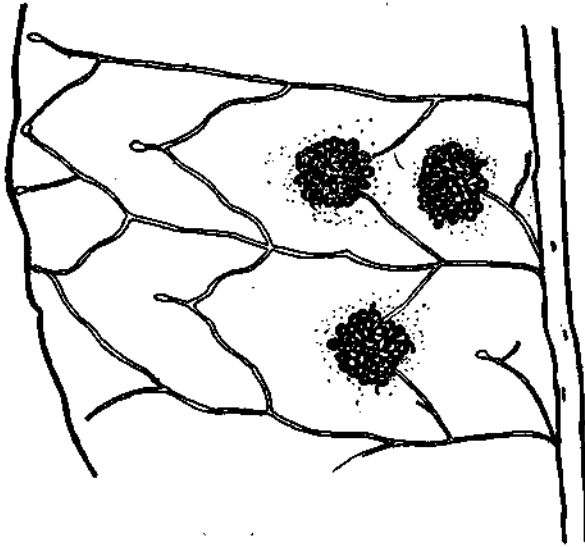


Fig. 4

Frondas de *P. glaucophyllum* Ktze., tamaño natural.

en la haz, toman en algunos casos un color verde-negrusco al secarse; pecioladas, articuladas. Los soros redondeados se hallan en el envés de los esporófilos y a uno y otro lado del nervio central de la fronda, en número de 2 a 4 hileras (Fig. 5); cada soro de color casi rojizo, está situado en el extremo de dos nervicillos secundarios y sobre la placenta; cuando el soro no se ha formado, se observa una mancha redonda u ovalada de color de uva pasa; el soro está compuesto de muchísimos esporangios, cuyos caracteres ya he anotado en el género.



A



B



C

A.T.A.:H.P.

Fig. 5

- (A) Parte de Fronda de *P. glaucophyllum*, con aumento, visto por el envés.
 (B) Apice o extremo del rizoma de *P. glaucophyllum*, cubierto de tricomas.
 (C) Uno de los tricomas que recubren el rizoma de *P. glaucophyllum*, y que es semejante al de todos los ejemplares pertenecientes al mismo género.

Ejemplares consultados: *J. Triana*, No. 19/4vis, Cundinamarca, Andes de Bogotá, alt., 2700 m., octubre-1886. *J. Cuatrecasas*, No. 5023, Cundinamarca, Macizo de Bogotá, Quebrada de El Chicó, matorrales subserial, 2640-2670 m., alt., mayo 25-1939. *E. Pérez-Arbeláez*, No. 176, Cundinamarca, Sabana de Bogotá, alt., más o menos 2600 m., junio 1930. *E. Pérez-Arbeláez*, No. 778, Cundinamarca, Usaquén, barranco, musgo, troncos, alt., más o menos, 2600 m., noviembre 1930. *Elbert L. Little Jr. & Ruby Rice Little*, No. 9800, fronds 1-2 dm., creeping by rhizomes on shaded rock and soil banks,

canyon bottom. Common. Sori in 2 rows. Cundinamarca, Cordillera Oriental, Bogotá (E. of calle 72). Dwarf forest at canyon bottom, march 19-1945, alt., 9000 feet.

3) *P. lanceolatum* L. (Fig. 6), planta arbórea sobre rocas o troncos de árboles; rizoma delgado, largo y postrado, cubierto por tricomas, anchos en la base y alargados hacia el ápice, de color rojizo y cuya parte central es de un color canela bien oscuro. Frondas simples, lanceoladas, su longitud considerando el pecíolo, es ca. 8 cms., a 32 cms., altas, por ca. 1 a 3 cms.; anchas, con nervadura irregularmente reticulada; también las frondas se encuentran cubiertas por gran cantidad de tricomas, tanto en la haz como en el envés; soros redondos y muy grandes, que encierran muchísimos esporangios, y situados en el envés de los esporófilos y en número de uno, a uno y otro lado del nervio central; en las placentas donde los soros no se han desarrollado, se encuentran agrupaciones de escamas redondas y algunas casi alargadas, siendo su parte central muy oscura; los caracteres de los esporangios ya los hemos visto en el Género.

Ejemplares que me sirvieron de estudio: *J. Triana*, No. 615/8, Cundinamarca, Andes de Bogotá, Zipaquirá, alt. 2700 m., marzo 1856. *E. Pérez-Arbeláez*, No. 607, en rocas y árboles. Cundinamarca, La Calera, julio 1930. *J. Cuatrecasas*, No. 5526, Cundinamarca, Macizo de Bogotá, Quebrada de El Chicó, alt. 2800-3000 m., VI-14-1939. *Elbert L. Little Jr. & Ruby Rice Little*, No. 9799, fronds 2 dm., with two rows of very large sori. On dry, exposed boulder, open canyon bottom. Plants partly wilted by dry weather, Canyon at NE., edge of Bogotá (E. of calle 72). Dwarf forest at canyon bottom, Cundinamarca, Cordillera Oriental, alt. 9000 feet, march 19-1945. *Helen Schiefer*, No. 598, Cundinamarca, Sabana de Bogotá, marzo 22-1945.

4) *P. percussum* Cav. (Fig. 7), planta de climas templados y fríos, epífita, trepadora, casi siempre sobre naranjos, cafetos y rocas musgosas; en algunos lugares del país, es conocida con el nombre vulgar "Calaguala". Rizoma horizontal, reptante, cubierto de escamas alargadas, cuya base es más ancha que el ápice y presentando en la primera una mancha oscura, debido a que el tejido que las forma, es más oscuro y denso en ese sitio; presenta el rizoma, ramificaciones o brotes, cubiertos también por bastantes escamas o tricomas; éstos se suelen unir unos a otros, hasta formar una sola capa, que es la que cubre todo el rizoma, la articulación de éste con las frondas y el pecíolo de éstas; las frondas son simples, linear-lanceoladas, caudadas, ca. 9 a 40 cms., de largas, considerando el pecíolo, por 1 a 22 cms. de anchas, con los bordes un tanto dirigidos hacia el envés; coriáceas, con nervadura irregularmente reticulada; la haz con protuberancias localizadas en el mismo lugar donde se encuentran los soros por el envés; tanto éste

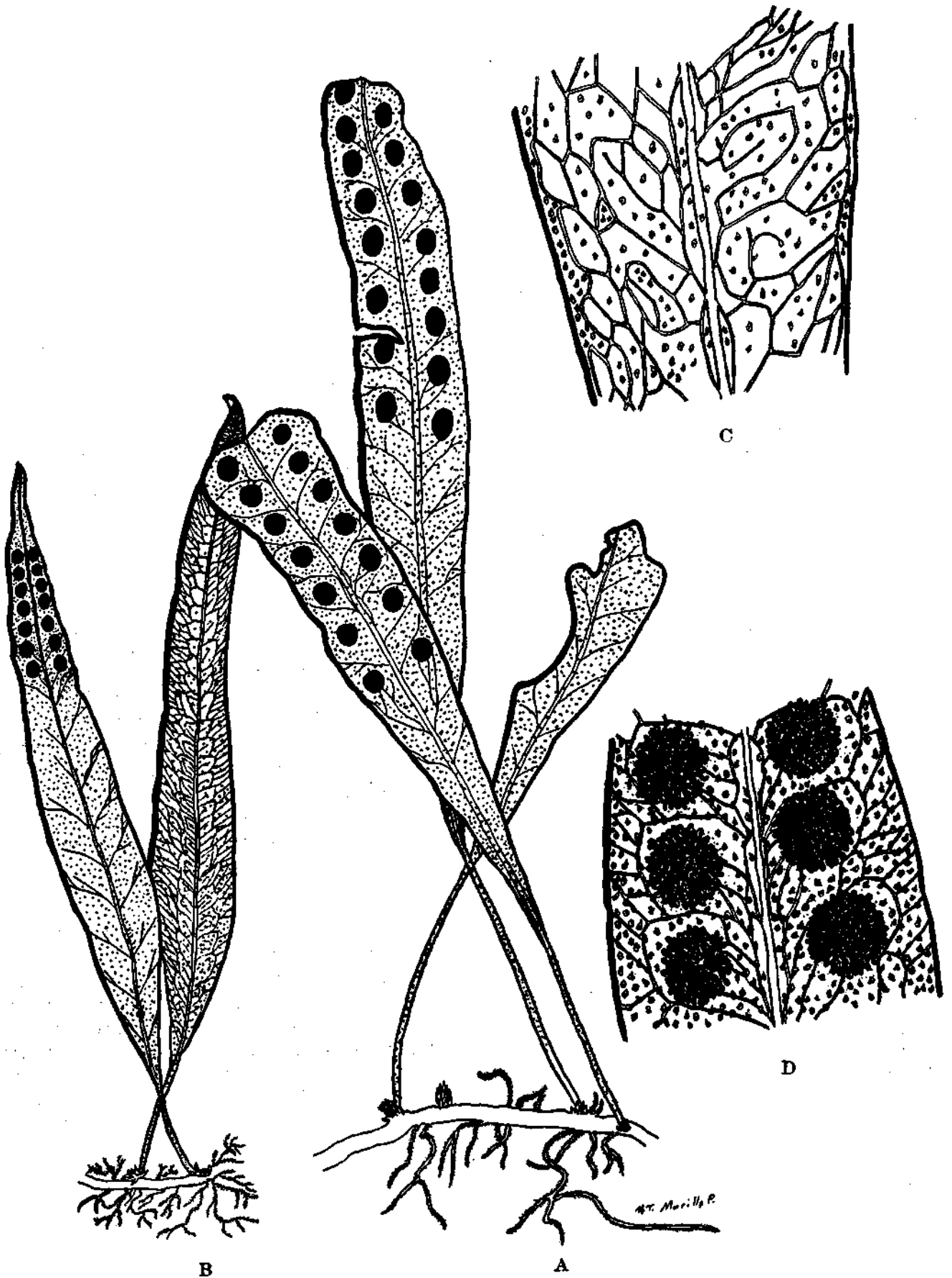
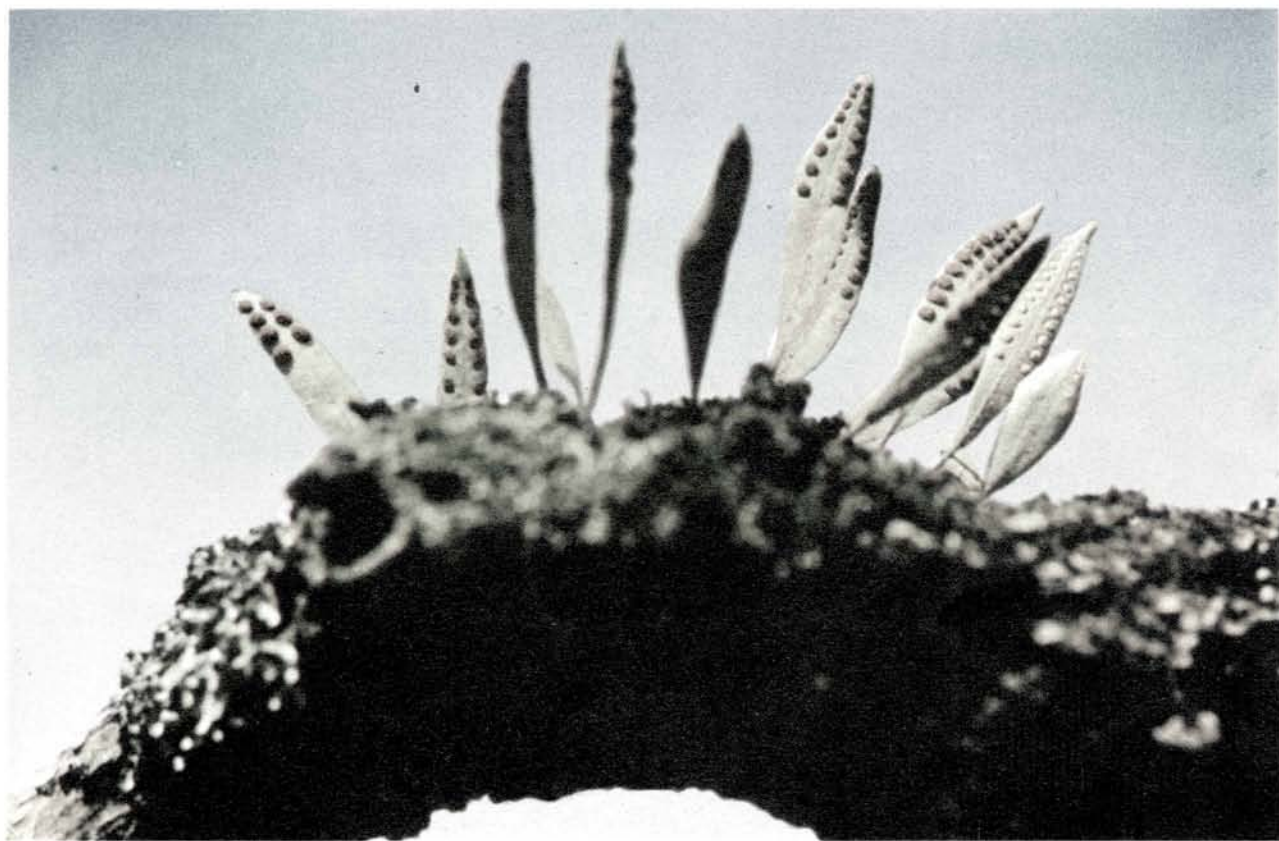


Fig. 6

- (A) Frondas de *P. lanceolatum* L., vistas por el envés, tamaño natural.
 (B) Frondas del mismo género, vistas por la haz y el envés, también de tamaño natural.
 (C) Parte de una fronda de *P. lanceolatum*, vista por la haz, aumentada.
 (D) Parte de la misma fronda vista por el envés y con varios soros.



Polipodium lanceolatum L., planta epífita sobre una rama de arrayán (*Eugenia foliosa* H. B. K.). Arriba, vista por el anverso con el grupo de esporos; abajo, el mismo espécimen visto por el reverso.

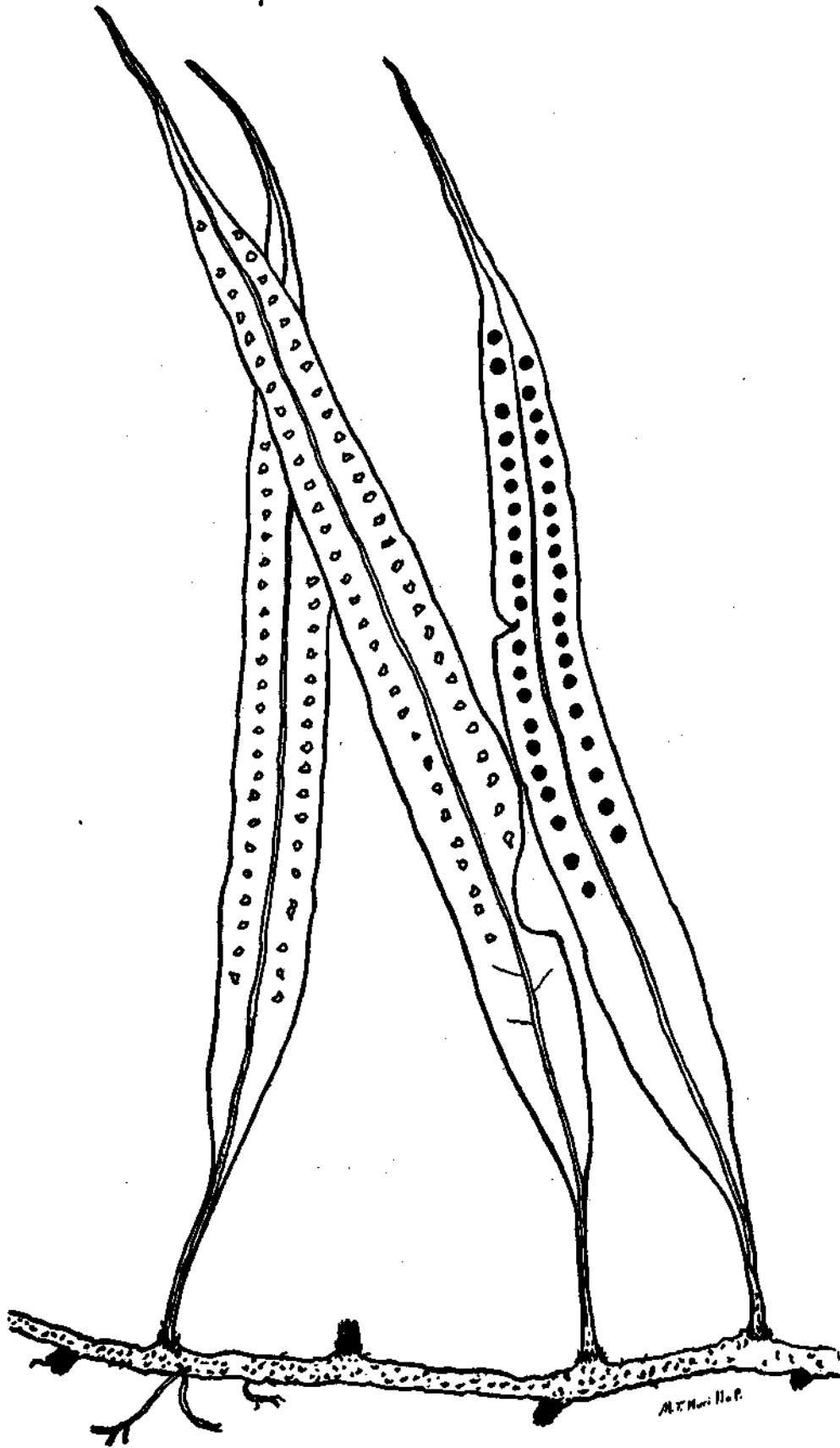


Fig. 7

Fronδας de *P. percussum* Cav., vistas por la haz y el envés, tamaño natural.

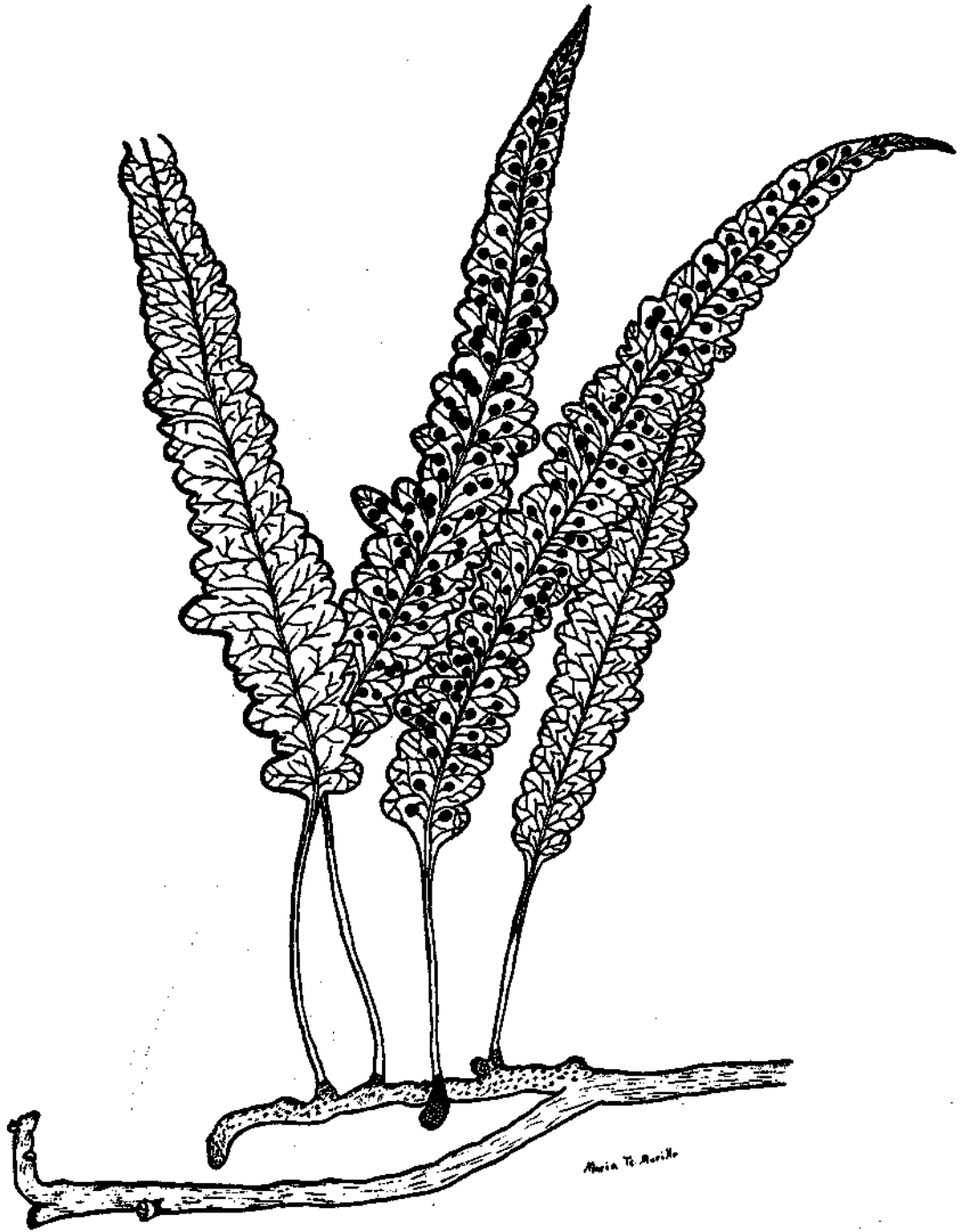


Fig. 9

Polypodium semipinnatifidum (Fée) Meets., Frondas vistas por la haz y el envés, tamaño natural.

como la haz son escamosos; los soros son redondos, rojizos, situados en línea paralela y en número de uno, a uno y otro lado de la nervadura central de los esporófilos, y colocados apicalmente sobre placentas, en los espacios intervenulares (Fig. 8); soros que encierran muchos esporangios cuyas características ya conocemos.

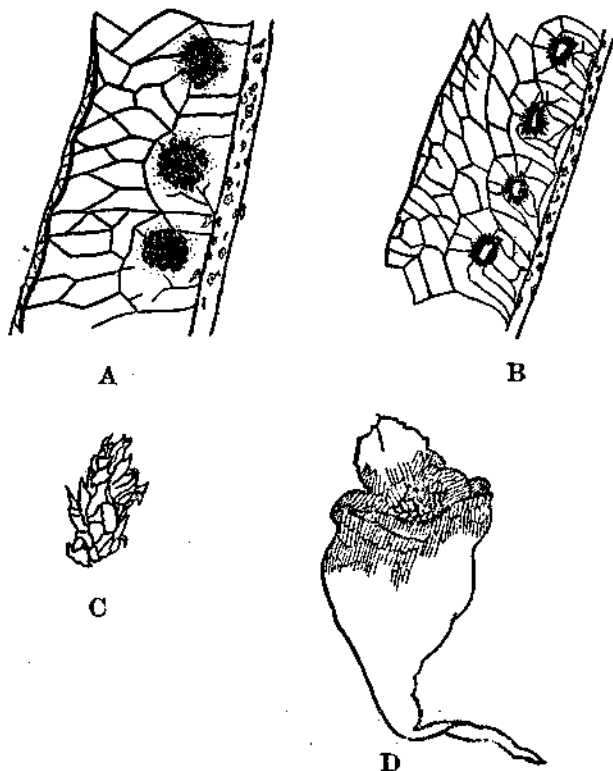


Fig. 8

- (A) Parte de fronde *P. percussum*, vista por el envés, con varios soros, aumentado.
 (B) Parte de la misma fronda vista por la haz y con las protuberancias que se suelen formar tras de los soros.
 (C) Apice o extremo de un rizoma de *P. percussum*, cubierto de tricomas.
 (D) Uno de los tricomas que recubren el rizoma, el envés de las frondas y el raquis de las mismas.

Ejemplares estudiados: A. *Dugand & R. Jaramillo Mejía*, No. 3818, epífita en naranjos, muy común, Cundinamarca, Estación Santana, arriba de Sasaima, alt. 1600-1700 m., julio 25 a 29-1945. A. *Dugand & R. Jaramillo-Mejía*, No. 3820, con los mismos datos de la anterior. A. *Dugand*, No. 2957, helechos sobre rocas, Cundinamarca, carretera Salto-Colegio, sitio "Santibar", alt. 1650-1700 m., mayo 4-1941. E. *Pérez-Arbeláez*, No. 494, Cundinamarca, Venecia, Pandi, julio 1930, n. v. "Calaguala". J. *Cuatrecasas*, No. 9598, epífita, trepador, Depto. Cundinamarca, cercanías de San Bernardo, hacia Sasaima, alt. 1600-1800 m., matorrales y cafetales, junio 23 1940.

5) *P. semipinnatifidum* (Fée) Mett. (Fig. 9), planta herbácea; rizoma bejucoso, trepador, blanquecino y cubierto de muchas escamas orbiculares algunas, otras ovaladas; frondas de segmentos festoneados irregularmente en algunos casos, y en otros pinnatipartida, con nervadura pinnatinervia; de ca. 10 a 30 cms., de alta considerando el pecíolo,

por ca. $\frac{1}{2}$ a 1 cm., de ancho que tiene cada segmento; las escamas de la articulación del pecíolo son anchas en la base y largamente acuminadas hacia el ápice; los soros siempre situados apicalmente sobre placentas y en los espacios intervenulares, se hallan a uno y otro lado del nervio principal o central de los segmentos, en número de uno; en las frondas no divididas, del mismo modo, y a uno y otro lado del nervio central; estos soros contienen gran número de esporangios (Fig. 10).



Fig. 10

- (A) Segmentos de *P. semipinnatifidum*, por el envés con varios soros, aumentado.
 (B) Segmentos del mismo género vistos por la haz, aumentado.

Ejemplares que me sirvieron para estudio: J. *Cuatrecasas*, No. 5502, Cundinamarca, Macizo de Bogotá, Quebrada de El Chicó, 2800-3000 m., alt., VI-14-1939. W. M. *Johnson & F. A. Barkley*, No. 180792, bejuco herbáceo de 1 m. de altura, Antioquia, en una área pantanosa cerca a Sonsón, con un poco de rocas grandes, alt. aproximada, 2575 m., agosto 20-1948.

(Continuará)

1) Esta contribución al conocimiento científico de los helechos colombianos, de la cual es éste el primer capítulo, ha sido posible por el noble estímulo que su autora recibió para realizarlo, del sabio botánico, director del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, R. P. I. Lorenzo Uribe-Uribe, y por el aporte que a su cultura botánica dió su maestro, doctor Armando Dugand. Quiere la autora expresar su gratitud por la desinteresada colaboración que, en varios casos, le prestó el señor Roberto Jaramillo-Mejía, Investigador del Instituto. — M. T. M.

EL 2, 3, 5-TRIFENIL, CLORURO TETRASODICO EN LA DETERMINACION DE LA GERMINABILIDAD DE LAS SEMILLAS

DANIEL MESA BERNAL

INTRODUCCION

Los fisiólogos interesados en semillas vienen buscando, desde hace muchos años, un método sencillo para conocer, rápidamente, el porcentaje de germinación.

El sistema empleado hasta el presente es el de germinación, el cual, aunque preciso, tiene el inconveniente de ser muy lento, especialmente cuando se trata de semillas cuyo período de latencia es largo; con esta clase de semillas es difícil averiguar rápidamente, y con exactitud, cuál es el porcentaje de vitalidad.

Un método que por su rapidez y exactitud permita averiguar, en corto tiempo, el porcentaje de vitalidad de las semillas, tiene que ser, sin duda alguna, de gran utilidad para agricultores e industriales; ya se trate de estudiar semillas con largo período de latencia o semillas cuyo período de germinación es inferior a quince días, como son las de los cereales.

Estos dos aspectos, rapidez y precisión, son muy importantes, pues todo el mundo sabe que muchas veces es necesario conocer, en el término de horas o de dos o tres días, las condiciones de vitalidad de una muestra de semillas; pero es claro que este dato no se puede obtener en uno o dos días, cuando el estudio se hace por el método de germinación.

Estas consideraciones han hecho que muchos hombres de ciencia se dediquen a buscar un sistema que permita determinar las condiciones de las semillas, en un momento dado. Sobre las investigaciones realizadas en este campo de la Biología Vegetal hablaremos en la parte de este trabajo destinada a la Revisión de Literatura.

Sin embargo, antes de entrar en materia, podemos decir que el empleo de sustancias químicas se muestra muy prometedor, especialmente algunas sales que colorean el embrión, debido a la acción reductora de algunos compuestos derivados de la actividad vital del embrión. Entre las sales que han dado mejores resultados, hasta ahora, se encuentran las de selenio y las tetrasódicas. Estas sustancias tienen la propiedad de colorear, únicamente, las células de los tejidos vivos.

Varios investigadores han indicado que las sales tetrasódicas pueden ser reducidas por la acción de algunas enzimas. Recientemente, el empleo de la sal orgánica 2, 3, 5 *Trifenil, Cloruro tetrasódico*, ha despertado mucho interés entre los investigadores de semillas. Este compuesto químico es incoloro,

pero cuando se pone en contacto con tejidos vivos toma un color rojo vivo.

En la mayor parte de los trabajos, adelantados con esta sal, se han usado embriones extraídos de semillas, siguiendo la técnica aconsejada por varios autores, entre ellos Lakon quien ha demostrado, claramente, la conveniencia de usar este producto.

Recientemente, la Bayer de Inglaterra lanzó al mercado esta substancia, con el nombre de Terazol, con la cual se hicieron los trabajos de la presente investigación.

REVISION DE LITERATURA

Como son muchos los trabajos que se han hecho, con el objeto de buscar un sistema que permita deducir rápidamente el porcentaje de vitalidad de una muestra de semillas, en este capítulo sólo se presentan los que parecen de mayor importancia.

Para dar mayor claridad a este trabajo, se han dividido las referencias en varios grupos, de acuerdo con el criterio y orientación de los investigadores. Es obvio que estas referencias se pueden clasificar en otra forma pero, para el objeto de este estudio, parece más conveniente separar los métodos fisiológicos, propiamente dichos, de los sistemas químicos y físicos que se han ideado para comprobar la vitalidad de los embriones. Además, los procedimientos físicos se han clasificado en varios grupos, de acuerdo con la naturaleza de los agentes que se emplean para diferenciar los embriones utilizables de los que no lo son.

Se ha querido destacar algunos aspectos, por ser ellos los que tienen mayor relación con esta investigación; dichos capítulos son los siguientes: apreciación de la vitalidad de las semillas por la actividad respiratoria, por el empleo de varios compuestos químicos y por la actividad o concentración de algunas sustancias orgánicas presentes en las simientes.

1—*Por la apreciación de la actividad respiratoria.*

En 1906 Qvan (93), indicó la relación entre el poder germinativo y la actividad inspiratoria y espiratoria de las semillas.

Se ha observado (14) que la vitalidad puede ser apreciada por dicha función, dado que esta actividad fisiológica es un indicador de la vida.

Dolk y van Slogteren (26) encontraron dificultades para apreciar este índice en bulbos de jacinto enfermos, debido a la acción respiratoria de las bacterias que produjeron la afección.

Leach (68) observó que en las semillas de trigo, cuando están colocadas en condiciones impropias para la germinación, la producción de bióxido de carbono es motivada por los microorganismos presentes en ellas.

Según Milner (78), cuando los granos exceden en humedad, la producción de bióxido de carbono es mayor por la actividad respiratoria de los microorganismos. Milner y Geddes (79) llegaron a idénticos resultados trabajando con soya.

Nabokich (83) llegó a las siguientes conclusiones en frijoles: las semillas desinfectadas y luego humedecidas con agua efectuaron sus intercambios gaseosos a una velocidad 16 a 25 por ciento superior a las que no recibieron este tratamiento.

Fernández (32) en sus trabajos con alverja, halló que en las semillas sometidas a la acción del cloruro mercúrico la respiración decrecía, aparentemente.

Denny (23) empleó diversos procedimientos químicos para desinfectar seis clases de semillas. Comparó estas muestras con los controles y la diferencia en la actividad respiratoria del trigo y del centeno fue un 10 por ciento mayor en las no tratadas, lo cual es muy significativo.

Este sistema es difícil de aplicar en semillas que poseen período latente o de reposo porque muestran muy bajo índice de bióxido de carbono y los microorganismos que crecen en ellas inducen, frecuentemente, a que se haga una apreciación errónea, cuando en realidad la semilla está muerta.

Sin embargo, varios sistemas, como el de Tanashev (101) y en general los que actúan con colorantes, se basan en esta actividad.

2—Con el empleo de substancias químicas.

La mayoría de estos métodos se basan, esencialmente, en la función de respiración; en la mayor o menor actividad de la permeabilidad de las células (43, 53, 44); y, en algunos casos, en la transparencia del pericarpio.

En 1876 Dimitriewicz (24) empleó substancias químicas para determinar el poder germinativo de las semillas. Adelantó sus investigaciones sometiendo secciones de granos a la acción del ácido sulfúrico, y así determinó que en las semillas vivas aparecía una coloración rosada de los dos a los cinco minutos y, en cambio, en las muertas se presentaba después de los 15 minutos.

Lessage (71, 72) determinó el porcentaje de germinabilidad de una muestra de *Lepidium sativum*, en el término de cuatro horas, humedeciendo las semillas en ciertas concentraciones de carbonato de potasio. Encontró que cuando se colocan en soluciones de distinto título se produce decoloración si las semillas están muertas, y que, en cambio, este fenómeno no se presenta, o se presenta débilmente cuando ellas están vivas.

Hibbard y sus colaboradores (54, 55) refieren que al emplear una solución débil de permanganato de potasio, ésta se decolora en proporción al número de semillas muertas.

Neljubow (86) ensayó varios teñidores orgánicos—anilinas— para determinar la vitalidad. Dichas substancias no penetran en el tejido vivo, pero lo hacen fácilmente en el muerto. Es muy conocido el hecho de que las soluciones penetran en las células muertas, en cambio las vivas son poco permeables, por lo tanto la penetración es mayor en el primer caso. Neljubow encontró que una solución de carmín de Indigo fue la mejor, en la proporción de 1:2.000.

Sakata (95) llegó a obtener idénticos resultados humedeciendo por largo tiempo algunas semillas en el mismo colorante. Dentro de este grupo han sido muy estudiados: el carmín de Indigo y el azul de metileno (57, 103, 106). La relación entre el grado de teñimiento y la germinabilidad debe ser estudiada para cada especie (80).

Gurewitsch y Weise (49, 112) emplearon las substancias denominadas para y orto dinitrobenceno con el fin de obtener el porcentaje de vitalidad. Enders (31) recomienda dicho método. Este sistema se basa en la actividad respiratoria de las células, mediante la cual se reducen los compuestos químicos, dando una coloración característica en presencia de amonio.

De acuerdo con Seheurlen (citado por Eidmann 29), la bacteria Anthrax, reduce los compuestos de telurio y selenio, lo cual es fácilmente identificable por su color.

Klett (citado por Eidmann 29) indicó que la rapidez de la reducción de tales sales aumenta con la vitalidad de las bacterias.

Sakata (95) y Hasegawa (53) informaron que obtuvieron resultados satisfactorios al investigar dichas substancias con semillas de pino japonés, cedro y ciperus.

Han sido muy estudiados los compuestos de selenio y otras sales incoloras, las cuales toman una coloración característica, cuando son reducidas por acción de los tejidos vivos (7, 43, 59, 94, 109).

Eidmann (30) prefirió entre varias sales las de selenio. Hao (50) encontró que la reacción del selenio depende de varios factores como son la actividad respiratoria, la temperatura y el azufre contenido en las semillas.

Lakon (63) y otros (28, 81) escriben sobre el uso de las substancias de selenio y telurio en solución, para determinar la germinabilidad de las semillas, por la coloración del embrión.

Kuhn y Jerchel (61) analizaron la reducción de varias sales tetrasódicas por acción de los tejidos. Colocaron las semillas de *Lepidium sativum*, sobre papel de filtro húmedo con soluciones al uno por ciento de sales de 5 metil y 5 hedeyl 2, 3, difenil. La germinación fue normal pero las hojas y otras partes de la plántula nacieron coloreadas de rojo.

Lakon (64) en 1942, comparó los resultados que obtuvo con semillas germinadas de avena, trigo, cebada, centeno y maíz y las tratadas con una solución de 2, 3, 5 trifenil cloruro tetrasódico. Anotó que para teñirse los embriones de trigo, centeno y cebada necesitaron 8 horas y que los de avena requirieron 24 horas.

En la investigación que adelantó con embriones de maíz (65) encontró que fue necesario un período de 24 horas para que colorean y, por lo tanto, para ser examinados. La técnica que empleó antes del teñimiento fue la siguiente: colocó las semillas durante 18 horas en agua con el fin de humedecerlas, después las cortó longitudinalmente en dos mitades y finalmente quitó la superficie hasta obtener el embrión.

Goodsell (46) indicó que el tetrasodio puede ser satisfactorio para apreciar, en las semillas de maíz, los daños mínimos motivados por las heladas.

Bennett y Loomis (6), en sus trabajos con semillas de maíz afectadas por la acción de las bajas temperaturas, hallaron que las semillas tratadas con 2, 3, 5 trifenil, dieron mayor porcentaje de vigor que los controles y que, por lo tanto, el método no es recomendable.

Lakon (64, 65, 66, 67) para determinar la germinabilidad se basa en la reducción del cloruro tetrasódico por acción de la actividad respiratoria del embrión. Este compuesto es incoloro pero cuando es reducido (hidrogenado), por acción de la actividad respiratoria, tiñe gradualmente las células vivas, con una coloración rojo carmín. Por tal motivo es un indicador de la actividad respiratoria en el cual los radicales hidrógeno son transferidos al cloruro tetrasódico. Las dos sales tiñen de rojo carmín a los tejidos específicos y la coloración es estable y no difusible. El teñimiento de las células por el cloruro tetrasódico, es un indicador definido de la germinabilidad porque las células necróticas permanecen incoloras.

En 1945 Lakon suministró la información a Porter et al. (92), de Iowa Agricultural Experiment Station, para que adelantaran investigaciones con la sustancia obtenida por el cuerpo de Chemical Warfare Service de Alemania; las conclusiones a que llegaron fueron en algunos casos satisfactorias. En otros trabajos se les presentaron dificultades para extraer el embrión, por lo cual les fue imposible determinar las simientes anormales y, por lo tanto, no lo encontraron exacto en varios aspectos.

Forward (40) trabajó con semillas de varios cereales. En avena halló mejores resultados cuando fueron humedecidas durante 24 horas en soluciones al uno y dos por ciento de 2, 3, 5 trifenil, cloruro tetrasódico. Observó que la avena sin cáscara coloreó inmediatamente.

Shuel (97) en sus investigaciones usó granos de avena y cebada e indicó que la rapidez en el teñimiento es igual en semillas con cáscara o sin ella.

Los resultados que obtuvo en trigo fueron satisfactorios en las frescas, pero en las viejas la relación fue menos exacta debido a la gran diversidad de coloraciones, pues éstas variaban de rosado claro a carmín. Además, no encontró relación entre la coloración pálida y un desarrollo pobre.

Cottrell (10) trabajó con granos de cereales y de alverja. Los resultados obtenidos con el tetrasódico fueron satisfactorios. Dice que el grado de teñimiento está asociado con la germinación y que, por lo tanto, los casos de anomalía y latencia pueden ser asociados.

Muller (82) empleó el 2, 3, 5 trifenil, con simientes pertenecientes a varios géneros de plantas y encontró que las de *Agrostemma* y *Lepidium* nacieron después de haber sido tratadas con soluciones de uno al dos por ciento de dicha sustancia y que las de *Triticum* no brotaron.

Nadvornik (84) examinó con las sales 2, 3, 5 trifenil cloruro tetrasódico y 2, 3 difenil, 5 metil cloruro tetrasódico varias clases de semillas de árboles y arbustos, y encontró buena relación con los controles.

Franck (41) utilizó el tetrasodio y otras sales para determinar la germinabilidad de varias clases de semillas.

Waugh (111) analizó los tallos de varios árboles y arbustos con el 2, 3, 5 trifenil; concluyó que la acción respiratoria de los tejidos animales y vegetales lo reducen.

Kuhn y Jerchel (61) examinaron con el 2, 3, 5 trifenil varias bacterias y fermentos.

Mattson et al. (76) emplearon el 2, 3, 5 trifenil, para estudiar diversas partes de la flor, fruto, etc. y en varios trabajos relacionados con células animales como la esperma del toro y el blastodermo de huevos de gallina.

Varias sustancias sirven como agentes reductores de las sales tetrasódicas, tales son: el polvo de zinc (61) algunos aceites (28) y las enzimas, posiblemente las dehidrogenasas (76).

Es bien conocido el concepto de Wieland sobre el proceso que envuelve la célula viva, de desprender y aceptar hidrógeno, el cual es reducido. Thumberg (102) dio a este grupo de enzimas el nombre de dehidrogenasas. Dichas sustancias determinan oxidaciones por dehidrogenación del sustrato (52).

Thumberg analizó un buen número de semillas para determinar la habilidad de los extractos para reducir (dehidrogenar) varias sustancias y encontró que muchas semillas los contienen.

La dehidrogenasa ha sido descubierta por Basu y Damodaran (16, 4, 5) en semillas germinadas. También se ha encontrado en las de cereales (60, 100, 48), en semillas secas de legumbres (25, 58) y en muchas otras (102). En las semillas húmedas esta sustancia es más sensible a la temperatura que en las secas (62, 70).

Flemion y Pool (39) sugieren que es interesante si el tetrasodio sirve para determinar la dehidro-

genasa en las semillas e indican además que no sería sorprendente si dicha substancia no sirve para determinar el nacimiento de toda clase de semillas, dado que la constitución química de ellas es muy diferente.

Dufrenoy y Pratt (28) indicaron que en los tallos de la caña de azúcar la reducción de este compuesto generalmente coincide con la localización de gotas de aceite.

3—Con el empleo de agentes plasmolíticos

Doroschenko (27) y otros (72, 91) utilizaron el método plasmolítico para determinar el poder germinativo de las semillas.

4—Por la actividad o concentración de substancias orgánicas.

Niethammer (90, 91) encontró que existe relación entre el contenido de azúcar y la bondad de las semillas.

Davidson y otros (18, 19, 2, 70, 90, 88, 77, 98, 47, 69, 8) han estudiado la actividad de las enzimas en relación con la aparición de brotes; entre dichas substancias se han hecho estudios especialmente con la catalasa, pirovidasa, amilasa y fenolasa.

Nemec y Duchon (88, 89) en 1921 y Davis (21) concluyeron que la bondad puede ser determinada por la cantidad de catalasa presente en ellas. Se ha indicado (88, 89) que la relación catalasa en semillas muertas y vivas, sirve para determinar su vitalidad.

Según Crocker y Harrington (12) no hay relación entre la actividad de la catalasa y el vigor de las semillas de *Amaranthus* y *Johnson grass* (*Sorghum halepensis* L.). Consideran que dicha substancia no es necesariamente destruída con la pérdida de la germinabilidad y que a veces permanece intacta por muchos años después de que la semilla ha muerto.

Vilmorin (108) comenta que es difícil conocer el porcentaje de brotación de las simientes por la cantidad de catalasa, debido a que esta substancia se conserva en las muertas.

De acuerdo con Davis (21, 22) en diversas variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) la relación catalasa y vitalidad no es un índice seguro de germinabilidad, debido a que en los granos muertos frecuentemente la cantidad de dicha enzima es tan alta que indica un regular nacimiento. Además refiere que al someter las semillas en agua tibia o sea a una temperatura que no afecte el embrión, la catalasa de las muertas decrece rápidamente y aumenta en las vivas, con lo cual se obtienen muy buenos resultados para su determinación. Otros, en cambio (12, 85), opinan que no es correcto por la dificultad anotada.

Mar (75) ha demostrado que la actividad de la amilasa en la avena humedecida está en relación definida con su vigor.

Varios (45, 56, 107) consideran muy posible que la vitalidad esté en proporción con el número de ácidos grasos.

Liang (73) ha sugerido que el valor interno del pH es un factor importante en la vitalidad.

5—Con las aplicaciones de corriente eléctrica.

Waller (110) y Fraser (42) advirtieron que el poder germinativo puede ser apreciado mediante una respuesta a la corriente eléctrica, a la cual responden los granos germinables y no los muertos.

Fick y Hibbard (33) encontraron correspondencia entre el paso de la corriente y el vigor de las semillas. El porcentaje de vitalidad es estimado midiendo la disminución de la energía a través del agua destilada donde se encuentran las simientes, ya que el paso de la corriente es proporcional al número de granos muertos.

Nelson y Burr (87) hallaron relación entre la lectura del potencial eléctrico y la germinabilidad en granos de maíz.

6—Por medio de los rayos fluorescentes y ultra violeta.

Según Chiapelli (15) la pérdida del desarrollo en arroz puede ser estimada por observaciones con luz fluorescente.

Linchan y Mercer (74) observaron que las semillas infértiles de rye-grass son detectadas con rayos ultra violeta.

7—Por estimación del calor emanado.

Dersie, Elliot y Pierce (17) concluyeron que el vigor puede ser indicado por la cantidad de calor desarrollado bajo condiciones propias para la germinación. Para calcular la temperatura perfeccionaron los frascos plateados Dewar, los cuales mantuvieron en condiciones adecuadas.

8—Por germinación del embrión extraído.

Este sistema ha sido especialmente recomendado para semillas que poseen período latente. Tukey y Barrett (105) hallaron que si se colocan los embriones en un medio de agar en condiciones esterilizadas el porcentaje de nacimiento en duraznos se obtiene en el término de siete días.

Davidson y Tukey (18, 19, 104, 105) han descrito este método para obtener plántulas de cerezas y embriones de durazno.

Flemion (34, 35, 36, 37, 38) y Barton (3) han señalado que el poder germinativo de las semillas, que poseen período latente, puede ser determinado en un período de cinco a diez días, extrayendo los embriones y colocándolos sobre papel de filtro húmedo en platillos de Petri, a la temperatura del Laboratorio. En muchos casos los brotes fueron poco desarrollados (12, 13, 99). Generalmente se observa un nacimiento débil y que los cotiledones toman una coloración verde (51, 11, 20). Anotan, además, los métodos para obtener los embriones en condiciones satisfactorias. Este sistema para determinar

la vitalidad de las semillas con período latente, es de gran valor pero requiere considerable cuidado.

Afanasiev (1) sugiere que el desarrollo de las semillas de *Magnolia acuminata*, puede ser calculado por la presencia de un pigmento verde que se forma en el endospermo cuando es lastimado y guardado bajo condiciones favorables.

9—Por la gravedad específica.

Clark (9) y Schmorl (96) no encontraron relación satisfactoria entre la gravedad específica y la germinabilidad.

MATERIALES Y METODOS

Las semillas de cereales, con las cuales se hizo este trabajo, fueron facilitadas por la Granja Experimental "Francisco José de Caldas" del Ministerio de Agricultura.

La investigación se limitó a estudios con 2, 3, 5 trifenil, cloruro tetrasódico, el cual se obtuvo con el nombre de Terazol, de la Bayer Products Ltda., de Londres, y fue suministrado por Colinagro Ltda., de Bogotá.

Investigaciones con Trigo, Cebada y Avena

El estudio comprende diversas variedades de dichas plantas, las cuales se anotan en los cuadros correspondientes a los resultados. En total fueron 17 muestras de trigo cosechadas en el año de 1950, y 10 cuya fecha de cultivo se ignora, por haber sido encontradas en los depósitos de la Granja Experimental "Francisco José de Caldas". Según se calculó, estas últimas podían tener unos 15 años. Se investigaron 19 variedades de Cebada y una de Avena —la denominada Marion— las cuales se obtuvieron de los cultivos del mismo año.

Doscientas semillas de cada variedad se sembraron cuidadosamente en arena, con el fin de obtener un índice seguro de germinación.

Con el fin de obtener otro control, se colocaron 200 granos en papel secante húmedo, y se conservaron a la temperatura ambiente de Bogotá. Entre los 7 y 9 días siguientes, se tomó el primer índice de nacimiento, el cual asignamos a las semillas consideradas como vigorosas; un segundo examen se hizo entre los 10 y 15 días y el resultado obtenido se indicó en la columna de simientes tardías.

Los resultados de estos primeros ensayos sirvieron de control para comparar las muestras de granos tratados con 2, 3, 5 trifenil, cloruro tetrasódico.

Los trabajos que se adelantaron con el Terazol, en dichos cereales, consistieron en averiguar si existía relación entre la germinación y la coloración que tomaban las semillas en presencia de este producto.

Dos muestras de 100 semillas enteras, de cada una de las variedades, fueron colocadas en solución de esta substancia. Otras doscientas semillas se partieron longitudinalmente, con cuidado, por el

centro del embrión, y luego se sometieron a la acción del Terazol.

Al partir a lo largo la semilla, por el centro del embrión, se tuvo cuidado de que cada mitad quedara con una parte de la plúmula y la radícula.

Según las indicaciones de Lakon (67), las semillas se humedecieron en agua durante algunas horas, con el fin de ablandarlas para que fuera fácil partirlas, y con el objeto de que se iniciara el proceso de germinación.

Los granos de trigo con que se trabajó permanecieron en estas condiciones durante 16 horas, es decir, de las 5 p. m. a las 9 a. m. del siguiente día.

En el caso de la cebada y de la avena los granos se colocaron en agua corriente de las 4 p. m. hasta las 9 a. m. del día siguiente; esta medida se tomó con el fin anotado anteriormente y para quitarles fácilmente las envolturas.

Generalmente, en el trigo el pericarpio es menos permeable y opaco, lo cual hace que la substancia penetre lentamente y sea difícilmente observable. Basándose en estas consideraciones, recomiendan partir la semilla antes de ser tratada. Sin embargo, como se tuvieron en cuenta las indicaciones de la casa Bayer de Inglaterra, se resolvió averiguar si los granos se colorean sin necesidad de seccionarlos, y si el porcentaje de teñimiento coincide con los controles.

Lakon, dice, que el pericarpio de la avena, por su transparencia, permite hacer tales observaciones, sin necesidad de seccionar el grano. Sin embargo, se partieron longitudinalmente 200 semillas de avena, para ver la facilidad de realizar esta operación, y con el fin de comparar los datos con las semillas que germinaron en la arena y en el papel secante húmedo.

En cebada se realizaron idénticos trabajos, es decir, con semillas enteras y partidas. Los controles se obtuvieron en la forma anotada y con igual número de granos que para el trigo y la avena.

En el primer caso, o sea con las semillas enteras, se hizo el examen después de 24 horas de estar en la solución. Según el grado de coloración se agruparon en fuertes, regular y débilmente teñidas. Los matices correspondientes fueron clasificados así: en el primer caso, púrpuras, rojo-oscuras y rojas; en el segundo grado, rosadas; y en el último, las débilmente teñidas, y las que no colorearon. Dichas agrupaciones se hicieron con el fin de averiguar si existía relación entre el número de semillas tardías en germinar y las débilmente coloreadas.

En el segundo caso, o sea con la mitad de las semillas se anotaron las indicaciones sobre coloración, que se mencionaron para los granos enteros, pero los análisis correspondientes se efectuaron después de que las semillas permanecieron de 3 a 4 horas en la solución de Terazol.

Al tomar las muestras respectivas para los tratamientos, se observó que las simientes estuvieran

enteras, pues las muertas tenían muchos granos quebrados.

Examen en leguminosas

Los métodos empleados con las leguminosas fueron semejantes a los que se siguieron y se han descrito para los cereales, es decir, con simientes enteras y medias. Las semillas en el segundo caso fueron cortadas por entre los cotiledones, y la radícula se biseccionó longitudinalmente.

Las leguminosas tratadas fueron alverjas, frijoles, soya comestible, soya forrajera, habichuelas y lentejas. El número de semillas tratadas fue en todos los casos de doscientas. Las simientes que se cortaron longitudinalmente por el centro, se colocaron en agua desde las 4 p. m. hasta las 8 y 30 a. m. del siguiente día. Luégo se quitó cuidadosamente la cáscara y se partieron por el centro, teniendo cuidado de que una parte quedara en condición satisfactoria para ser tratada.

Examen en semillas de maíz

Para examinar los granos de maíz se siguió el mismo procedimiento que se describió al hablar de las investigaciones en las semillas de trigo y cebada. Es decir, que antes de tratar las simientes con Terazol, se tuvo el cuidado de dejarlas en agua durante algún tiempo, que en este caso fue de 11 horas y media, pues las semillas se pusieron en agua a las 5 de la tarde y se colocaron en la solución de Terazol a las 9:30 de la mañana del día siguiente, después de haber sido seccionadas.

Siguiendo estas indicaciones, se examinaron cinco muestras de maíz, cada una de las cuales estaba compuesta de 200 granos. Lo que da un total de 1.000 granos de maíz tratados con Terazol.

Para controlar los resultados se tomaron 200 granos de maíz, los cuales fueron colocados sobre papel secante húmedo, según se indicó en la parte referente al trigo. En otras palabras, las indicaciones del Terazol fueron controladas por el método de germinación, exactamente como se controló el índice de vitalidad de los embriones de trigo.

Al examinar las semillas se tomó un segundo grupo con el cual se trató de aumentar la precisión del método extrayendo los embriones, con el fin de que el Terazol obrara sobre ellos únicamente.

Para extraer los embriones se colocaron 100 granos de maíz en agua durante once horas y media, siguiendo la técnica aconsejada por Lakon (67).

SISTEMAS GENERALES

El Terazol se empleó a una concentración del 2 por ciento (2 grms. de Terazol en 100 c.c. de agua corriente) de acuerdo con las indicaciones de los fabricantes. Sin embargo, se hicieron otros ensayos con el fin de averiguar si ésta era la mejor concentración. Sobre estos trabajos se dan detalles más adelante.

Siguiendo las recomendaciones de varios autores y de la Bayer, una vez colocados los granos en la solución se guardaron en un lugar oscuro. Fuera de esto, y para seguir las indicaciones de la Bayer, siempre se empleó una solución fresca, de menos de diez días de preparada. En ninguna ocasión se usaron soluciones demasiado recientes, pues el Terazol requiere varias horas para disolverse completamente.

RESULTADOS

INVESTIGACIONES SOBRE LA COLORACION DEL TRIGO, LA CEBADA Y LA AVENA

Respecto a la coloración de las simientes y a su germinación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1ª—Se presentaron dificultades al diferenciar los colores, pues es muy difícil indicar exactamente los tonos de los mismos para agrupar las semillas en diferentes grupos, de acuerdo con la intensidad del color.

2ª—Otro obstáculo que se encontró en algunos granos consistió en que la coloración apareció en ciertas zonas del embrión en forma de manchas. Esto se observó especialmente en los granos enteros.

3ª—En las semillas se aprecian, frecuentemente, zonas teñidas en la superficie. Estas manchas superficiales se presentan, especialmente, en los granos sucios, lo cual hace pensar que esas coloraciones localizadas pueden ser debidas a agrupaciones de micro-organismos, que obran sobre el Terazol.

4ª—Cuando las semillas seccionadas permanecen en la solución durante un tiempo más o menos largo, otras zonas diferentes del embrión se colorean, lentamente, y toman un tinte oscuro, con lo cual se hace difícil hacer una separación adecuada según la intensidad del color.

5ª—De los trabajos adelantados, con simientes enteras se deduce que en unos casos la coloración puede apreciarse fácilmente, en tanto que en otros se presenta cierta dificultad. La intensidad de la coloración está asociada a la variedad del trigo. En unas, es fácilmente perceptible, y en otras es poco notoria.

6ª—En los granos que se trataron enteros se observó en algunos una coloración débil, pero al cortar los embriones longitudinalmente se vió que éstos habían sido teñidos normalmente. La dificultad para apreciar el color, en el grano entero, era debida a la opacidad del pericarpio. Para clasificar las semillas enteras siempre es necesario cortarlas longitudinalmente, en los casos dudosos, con el fin de hacer una apreciación correcta de la intensidad del color del embrión.

7ª—Algunas de las semillas, que después de 23 horas no colorean, se colocaron en papel secante húmedo, para observar si germinaban.

Después de 15 días un 12 por ciento presentaron una radícula bien formada con una longitud de 0.5 hasta 4 centímetros, pero generalmente sólo emitieron ligeros brotes de 3 a 5 milímetros de largo.

8ª—Un centenar de semillas de trigo, con un tinte rosado y rojo intenso fueron colocadas para que germinaran en las mismas condiciones de las muestras anteriores; después de quince días se pudo apreciar que sólo 37 semillas presentaban pequeños alargamientos que variaban entre 2 y 3 milímetros, los cuales correspondieron a los embriones coloreados de rosado.

Se debe indicar que los brotes presentaron, en general, una pigmentación normal; en unos pocos casos se observaron tonos rojizos y rosados, pero ellos fueron desapareciendo a medida que la radícula se desarrollaba.

9ª—Los resultados, expresados en forma de porcentaje, se anotan en los cuadros respectivos. Debido a la heterogeneidad de la germinación en algunas muestras, especialmente en aquellas en donde se encontraron diferencias mayores del 10 por ciento, se repitieron los exámenes hasta obtener índices aproximados, tanto en los controles como en las semillas que se investigaron con Terazol. La solución cubrió siempre toda la simiente. (Ver cuadro página siguiente).

En las variedades de trigo se anota cuáles fueron tratadas y cuáles no. Las primeras, es decir las tratadas, fueron espolvoreadas con azufre durante todo su período vegetativo, con el fin de controlar las tres especies de *Puccinia* prevalentes en la Sabana de Bogotá, y demás zonas cultivadas, (*Puccinia glumarum*, *Puccinia graminis tritici* y *Puccinia rubigo-vera tritici*); las otras no recibieron ninguna aplicación.

OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LA SOLUCION

Se hicieron algunas observaciones referentes a las soluciones de Terazol; ellas fueron las siguientes:

1ª—Las soluciones con menos del 2 por ciento (2 gramos de dicho producto, en 100 c.c.) actúan lentamente en la coloración de las semillas. En otras palabras, la intensidad de la coloración disminuye en relación directa con la concentración del Terazol, lo que quiere decir que cuando la concentración es baja el color no pasa del rosado pálido, y aún puede llegar a ser imperceptible. Además, el tiempo de coloración varía en proporción inversa a la concentración de la solución, es decir, que las semillas colocadas en soluciones débiles necesitan mayor tiempo de tratamiento que las colocadas en la solución al 2 por ciento.

2ª—Se pudo observar que la solución empleada en los trabajos (solución al 2 por ciento), cambió de color cuando las semillas permanecieron largo tiempo en contacto con ella, o después de que actuó sobre un gran grupo de semillas; este cambio de

tono variaba entre el rosado pálido y el rojo intenso o púrpura. Al permanecer quieta durante varias horas se nota una sedimentación del mismo color.

PRACTICA ACONSEJABLE EN CEBADA Y EN AVENA

Para poder observar el embrión de las semillas de cebada y avena es necesario quitarles las envolturas florales. Esta operación es difícil cuando las semillas están secas, pero se efectúa fácilmente cuando han permanecido durante varias horas en agua. En estas investigaciones, para facilitar la operación y ganar tiempo, las semillas eran colocadas en agua durante la noche, y preparadas al día siguiente, por la mañana. Una vez despojada la semilla de su envoltura, la coloración y apreciación del embrión es fácil, debido a la transparencia del pericarpio en dichos cereales.

Resultó de fácil operación el cortar longitudinalmente las semillas después de sumergirlas varias horas en agua y luego someterlas a la acción de la substancia, pues así se colorea el embrión en forma rápida y notoria.

ENSAYO CON SEMILLAS MUERTAS

Se trataron 50 granos de diversas variedades de trigo con agua hirviendo, durante algunos minutos, y 25 de ellos fueron sometidos enteros, a la acción de la solución, y los otros se cortaron longitudinalmente, antes de que fueron colocados en la solución de Terazol, durante 24 horas. Los granos enteros permanecieron sin colorearse; en ellos no se apreciaron ni ligeras manchas o sombras. En algunas de las mitades se presentó un tinte rosado muy claro, pero la mayoría no tomaron el color. El ligero matiz que presentaron unas pocas, sirvió en otros casos, como guía para saber si las semillas deberían ser clasificadas como muertas, cuando presentaban dicha coloración.

TRIGOS CON UNOS 15 AÑOS DE COSECHADOS

Se analizaron los granos de 10 variedades de trigo, las cuales tenían unos 15 años de cosechadas.

Un centenar de semillas de cada variedad fueron colocadas en papel secante húmedo y se conservaron convenientemente a la temperatura de Bogotá. Otra muestra, con el mismo número de granos enteros, se sometió a la acción de la solución, y un centenar de semillas cortadas longitudinalmente, como se indicó anteriormente, se trataron con una solución de Terazol.

Varias observaciones se hicieron, durante veinte días, en las semillas colocadas en papel secante y en ninguna de las variedades se observó germinación.

Al finalizar la segunda semana muchos granos estaban podridos y un gran número de hongos se encontraban sobre ellos.

**CUADRO COMPARATIVO DE LOS PORCENTAJES DE GERMINACION EN TRIGO
Y EL NUMERO DE SEMILLAS COLOREADAS CON TERAZOL**

VARIETADES DE TRIGO	% DE GERMINACION EN SECANTE				% Total de germinación en arena	% DE SEMILLAS ENTERAS COLOREADAS CON TERAZOL				% DE SEMILLAS MEDIAS COLOREADAS CON TERAZOL			
	Vigorosas	Tardías	Malas	% Total de germinación		Rojas	Rosadas	Blancas	% Total de coloración	Rojas	Rosadas	Blancas	% Total de coloración
Bola Barcino. Iptales. Sin tratar*	80.0	12.5	7.5	92.5	91.0	58.0	22.0	20.0	80.0	83.5	6.0	10.5	89.5
Bola Barcino. Iptales. Tratadas*	84.5	5.0	10.5	89.5	90.0	53.0	8.5	38.5	61.5	75.0	17.0	8.0	92.0
Bola la Vega. Sin tratar	83.5	7.0	9.5	90.5	90.5	44.5	28.5	27.0	73.0	82.0	8.5	9.5	90.5
Bola la Vega. Tratado	80.0	4.5	15.5	84.5	80.0	58.5	26.0	15.5	84.5	78.0	14.0	8.0	92.0
Bola Pasto. Sin tratar	94.5	2.0	3.5	98.5	98.0	65.0	14.0	21.0	79.0	82.5	12.0	5.5	94.5
Bola Pasto. Tratado..	81.0	10.0	9.0	91.0	90.0	73.0	12.5	14.5	85.5	73.5	14.5	12.0	88.0
Africano. Guachucal. Sin tratar	83.5	9.5	7.0	93.0	91.0	64.0	7.0	29.0	71.0	89.0	4.0	7.0	93.0
Africano. Guachucal. Tratado	76.5	5.0	18.5	81.5	81.5	78.0	8.0	14.0	86.0	72.0	9.0	19.0	81.0
Frontana 3671. Sin tratar	81.0	2.0	17.0	83.0	83.0	57.0	26.0	17.0	83.0	73.0	10.0	17.0	83.0
Frontana 3671. Tratado	86.5	6.0	7.5	92.5	89.0	63.0	18.0	14.0	86.0	92.5	0.0	7.5	92.5
Ble Tendre. Sin tratar	89.5	6.0	4.5	95.5	94.0	59.5	22.5	18.0	82.0	83.0	7.0	10.0	90.0
Ble Tendre. Tratado..	85.0	6.5	8.5	91.5	91.0	73.5	10.0	16.5	83.5	85.5	5.5	9.0	91.0
Caucano Mutico. Sin tratar	88.5	2.0	9.5	90.5	92.0	69.0	12.0	19.0	81.0	83.0	6.5	10.5	89.5
Caucano Mutico. Tratado	84.0	7.5	8.5	91.5	91.0	39.0	24.5	36.5	63.5	70.5	21.0	8.5	91.5
Colorado Subachoque. Sin tratar	74.5	4.0	21.5	78.5	76.5	62.0	16.0	22.0	78.0	65.0	8.0	27.0	73.0
Colorado Subachoque. Tratado	70.0	3.0	27.0	73.0	70.5	40.0	28.0	32.0	68.0	44.5	11.5	44.0	56.0
Mentana	83.0	16.0	10.0	99.0	100.0	45.0	36.5	18.5	81.5	81.5	17.0	1.5	98.5

* = Estas semillas se obtuvieron de plantas espolvoreadas con azufre, para controlar las diferentes Royas. Las sin tratar no recibieron ninguna aplicación.

**CUADRO COMPARATIVO DE LOS PORCENTAJES DE GERMINACION DE CEBADA
Y EL NUMERO DE SEMILLAS COLOREADAS CON TERAZOL**

VARIETADES DE CEBADA Y AVENA	% DE GERMINACION EN SECANTE				% Total de germinación en arena	% DE SEMILLAS ENTERAS COLOREADAS CON TERAZOL				% DE SEMILLAS MEDIAS COLOREADAS CON TERAZOL			
	Vigorosas	Tardías	Malas	% Total de germinación		Rojas	Rosadas	Blancas	% Total de coloración	Rojas	Rosadas	Blancas	% Total de coloración
Trebheig 51	17.5	10.5	72.0	28.0	28.5	11.5	18.0	70.5	29.5	27.0	2.0	71.0	29.0
Trebheig 118	58.0	8.0	44.0	66.0	64.5	72.0	6.0	32.0	78.0	59.0	6.0	35.0	65.0
Trebheig 158	76.0	7.5	16.5	83.5	82.0	76.0	8.0	16.0	84.0	68.0	17.0	15.0	85.0
Trebheig 167	63.0	9.5	27.5	72.5	70.5	63.0	8.5	27.5	73.5	65.5	6.0	28.5	71.5
Trebheig 168	75.0	11.0	14.0	86.0	85.5	78.5	10.5	13.0	87.0	85.0	2.0	13.0	87.0
Trebheig 182	80.5	8.0	11.5	88.5	88.5	72.0	16.5	11.5	88.5	80.0	8.5	11.5	88.5
Trebheig 186	60.0	6.5	33.5	66.5	74.0	56.5	10.5	33.0	67.0	70.5	6.0	33.5	76.5
Trebheig 195	58.5	4.0	47.5	62.5	51.5	45.0	8.0	47.0	53.0	60.0	3.0	47.0	63.0
Trebheig 271	78.0	2.5	19.5	80.5	78.5	79.0	2.0	19.0	81.0	73.0	7.5	19.5	80.5
Trebheig 289	83.0	5.0	22.0	88.0	89.0	83.5	4.5	12.0	88.0	80.5	8.5	11.0	89.0
Trebheig 297	26.5	9.5	64.0	36.0	35.5	34.0	3.0	63.0	37.0	33.5	4.5	72.0	38.0
Trebheig 301	54.0	7.0	39.0	61.0	60.5	56.0	4.0	40.0	60.0	59.0	2.5	38.5	61.5
Trebheig 313	76.0	4.0	20.0	80.0	76.0	65.0	16.0	19.0	81.0	70.5	10.0	19.5	80.5
Trebheig 316	80.5	2.0	17.5	82.5	82.5	89.0	4.0	7.0	93.0	75.5	8.0	16.5	83.5
Trebheig 317	20.0	0.0	80.0	20.0	23.5	19.0	5.0	76.0	24.0	20.0	3.0	77.0	23.0
Trebheig 323	64.0	24.0	12.0	88.0	76.0	70.0	5.5	24.5	75.5	72.0	4.0	24.0	76.0
Fresia	70.5	8.5	21.0	79.0	78.0	72.5	8.0	19.5	80.5	88.5	2.0	49.5	90.5
Betghe	45.0	5.0	50.0	50.0	50.0	38.5	13.5	48.0	52.0	58.0	4.0	40.0	60.0
Hannchen	54.5	3.5	42.0	58.0	71.0	66.0	8.0	30.0	70.0	58.0	4.0	40.0	60.0
Avena Marlón	58.0	8.0	34.0	66.0	67.5	55.0	11.0	34.0	66.0	59.5	5.5	35.0	65.0

SEMILLAS

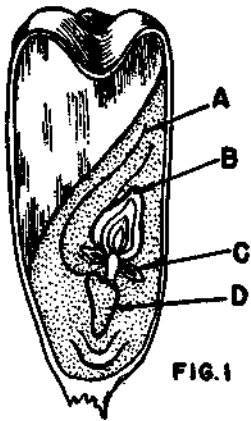


FIG. 1

MAIZ

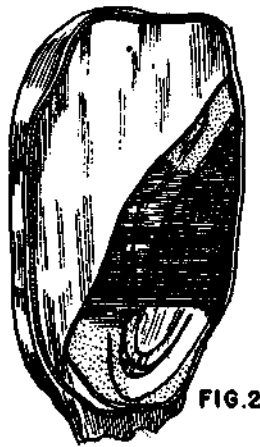
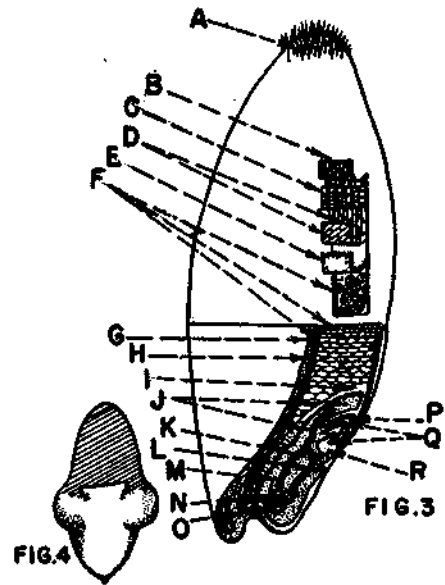


FIG. 2



TRIGO

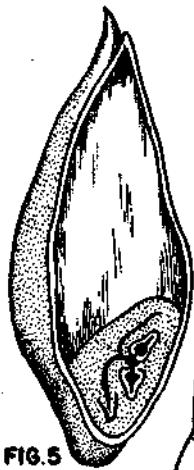


FIG. 5

CEBADA

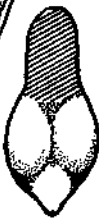


FIG. 6



FIG. 7

AVENA



FIG. 8



FIG. 9

ARROZ

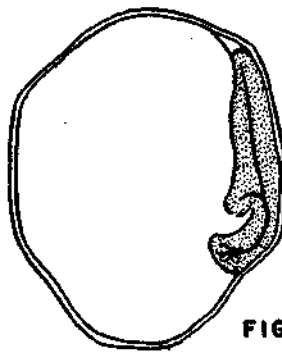


FIG. 10

ARVEJA

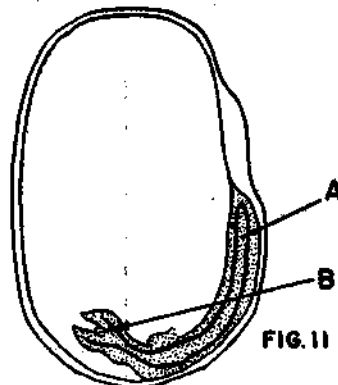


FIG. 11

SOYA



FIG. 12

FRIJOL

DIB. COP. G. Y. ...

Las simientes enteras tratadas con Terazol fueron examinadas después de que permanecieron sumergidas, durante 28 horas, en la solución. Los resultados fueron negativos, pues ningún embrión se coloreó, ni siquiera débilmente.

En las semillas seccionadas se hizo un análisis después de 16 horas de permanecer en la solución; en ellas se encontró que el embrión presentaba en varios casos un débil tefimientó rosado muy claro. Dicha coloración fue semejante a las semillas que se trataron con agua hirviendo, se cortaron por el centro del embrión y se sumergieron en la solución.

Como los porcentajes de coloración varían notablemente, se anotan los resultados:

NOMBRE DE LA VARIEDAD	PORCENTAJE DE SEMILLAS COLOREADAS
Estados Unidos	40
Argentina M/A.	60
Abejorral	6
San Miguel	26
Mentana	60
Ruby	94*
Marquis	26
Kota	16
Vitanco	13
Caucano	30

RELACION ENTRE LA TEMPERATURA Y LA APARICION DE LA COLORACION

Con el fin de estudiar si temperaturas más altas que las del medio ambiente en Bogotá, aceleraban

* De las cuales 35 presentaron una coloración más definida.

la coloración de las semillas, se hicieron varios exámenes con trigo y cebada a las temperaturas de 20, 25 y 30 grados centígrados y se encontró que, cuando éstas fueron constantes, el tiempo en aparecer la coloración fue más rápido.

LEGUMINOSAS

Se ha tratado de investigar si varias de estas semillas podían cortarse sin humedecerlas y fue imposible, pues su dureza dificulta el corte y hace que muchas se dañen.

En todos los casos se ha observado que los cotiledones van tiñéndose hasta presentar un color rojo oscuro, por lo cual no deben permanecer mucho tiempo en la solución. La iniciación de la coloración de los cotiledones es casi simultánea con la de la plúmula y la radícula.

Dificultades se presentan en las semillas cortadas, las cuales pueden resumirse así: a) es imposible cortar longitudinalmente la plúmula o hipocotilo; b) es difícil biseccionar la raíz; c) la coloración de los cotiledones dificulta en algunos casos la apreciación; d) es difícil clasificar las semillas en que sólo se colorean partes de la radícula, y en otras en donde se tiñe la plúmula y no la radícula o al contrario.

En cuanto a las semillas enteras, se indica que es fácil de observar la radícula en la alverja, pero se considera que el hecho de que tñe o no esta parte del embrión no indica que la planta puede germinar y dar origen a un vegetal. Se ha encontrado tam-

EXPLICACIONES DE LOS DIBUJOS

Cortes longitudinales de algunas semillas

Los dibujos representan varios cortes longitudinales de algunas semillas, en las cuales se puede apreciar la forma de los embriones.

Fig. 1 = Corte longitudinal de un grano de maíz.

Las letras significan:

- A = Brote primario.
- B = Coleoptilo.
- C = Raíces adventicias.
- D = Raíz primaria.

Fig. 2 = Sección longitudinal de una semilla de maíz. La zona marcada con líneas transversales es la que debe colorearse en las simientes vivas, después de haber sido tratadas con una solución de 2, 3, 5 Trifenil, Cloruro Tetrasódico. (Según Lakon).

Figs. 3 y 4 = Grano de trigo con sus diferentes partes, y el embrión extraído.

Las letras que corresponden a los órganos importantes son:

- P = Coleoptilo.
- Q = Hojas foliares.
- O = Cofia.

N = Apice de la raíz.

M = Haz vascular.

J = Escutelo.

K = Primer nudo.

L = Epiblasto.

H = Surco de células diferenciadas.

Las siguientes letras corresponden a otras regiones de la simiente:

B = Epidermis exterior.

C = Epidermis interior.

D = Tegumento.

E = Nucelo.

F = Aleurona.

Figs. 5 y 6 = Semilla biseccionada de cebada y su embrión. En el germen se indica con líneas la parte que se tiñe con el Terazol.

Figs. 7 y 8 = Corte longitudinal de una simiente de avena y su embrión.

Fig. 9 = Sección longitudinal de arroz.

Fig. 10 = Corte biseccional de alverja.

Figs. 11 y 12 = Cortes de soya y frijol.

La letra A corresponde a la radícula y la B a la plúmula.

bién que diferentes manchas o zonas se colorean en los cotiledones y además se observó esta dificultad en la radícula, en la cual aparecieron zonas

coloreadas y no teñidas. En las otras semillas es imposible hacer observaciones que valgan la pena, puesto que la radícula no se aprecia.

CUADRO COMPARATIVO DE LOS PORCENTAJES DE GERMINACION EN LEGUMINOSAS Y EL NUMERO DE SEMILLAS COLOREADAS CON TERAZOL

LEGUMINOSAS	% Germinación en secante	% Germinación en arena	% DE SEMILLAS MEDIAS COLOREADAS CON TERAZOL					% de semillas enteras coloreadas con Terazol
			Radícula Blanca	Plúmula Blanca	Embrión Blanco	Malas	% Total de coloración	
Soya comestible	98,5	95,0	1,0	0,0	0,5	1,5	98,5	....
Soya Laredo, forrajera.....	90,0	89,5	3,0	4,0	3,0	10,0	90,0	....
Frijol Mantequilla	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	....
Frijol	93,0	94,0	1,5	1,5	1,0	4,0	96,0	....
Frijol	96,0	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	....
Alverjas (compradas en el mercado) .	78,5	78,0	2,0	3,0	5,0	10,0	90,0	82,0
Alverjas de La Picota.....	85,0	84,0	5,0	4,0	8,5	17,5	82,5	82,5
Habichuela gigante, sin fibra.....	88,5	90,0	4,0	6,0	0,0	10,0	90,0	....
Habichuela	90,0	100,0	3,5	2,0	1,0	6,5	98,5	....
Lentejas	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	....

RESULTADOS EN MAIZ

a) Los experimentos con maíz muestran un alto índice de germinación, que no concuerda con los obtenidos por el método de germinación.

b) El cortar las semillas por la línea media del embrión presenta el inconveniente de que la radícula no queda claramente visible, lo que dificulta la apreciación.

c) La extracción de los embriones presenta dificultades; esto quita valor práctico al método preconizado por Lakon, a pesar de que el sistema es más exacto, pues el agente colorante obra directamente sobre el embrión, sin ninguna interferencia que perjudique su actividad y porque es más fácil apreciar las distintas zonas del embrión.

d) Las semillas que tomaron una coloración rosada no fueron clasificadas, porque se pensó que esa clasificación era innecesaria, ya que casi todas las semillas tomaron un color rojo intenso.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Muestra N°	% de germinación en papel secante	% de medias semillas coloreadas con Terazol
1	85.5	90.0
2	90.0	91.0
3	91.0	100.0
4	83.5	96.0
5	87.0	87.0

DISCUSION

En los experimentos llevados a cabo, se encontró que el empleo del 2, 3, 5 Trifenil, Cloruro Tetrasódico (base del producto que se empleó, y el cual es conocido comercialmente con el nombre de Terazol), permite determinar, en corto tiempo, el porcentaje de germinabilidad de las semillas de trigo, cebada y, posiblemente, avena.

En las Leguminosas, se encontró que en algunos casos el embrión se coloreó por zonas, lo cual dificultó la apreciación. Sin embargo, cuando alguna región del embrión quedó sin teñirse, este hecho se tomó como base suficiente para clasificarlas como muertas. Los resultados finales parecen indicar que en esta forma es un indicador de la germinabilidad.

En el maíz se encontraron índices superiores de germinación en las semillas tratadas con Terazol, al compararlas con los controles. Se quiso averiguar si las simientes enteras teñidas con estas sustancias germinaban, para comprobar la asociación entre coloración del embrión y germinabilidad, pero fue imposible comprobarlo, ya que la sustancia es tóxica para el embrión.

El sistema estudiado tiene, aparentemente, el inconveniente de que indica el porcentaje de granos que pueden germinar, pero no da ningún dato sobre el número de simientes que dan origen a plantas normales o anormales.

Varios autores, y estos trabajos indican que con el Terazol se aprecia mayor porcentaje de germinabilidad en relación con los controles, especialmente en maíz.

Una dificultad que se presenta es la presencia de zonas teñidas, las cuales corresponden a diversas partes de la simiente; estas manchas parecen ser causadas por agrupaciones de bacterias o fermentos. Esto se observa especialmente cuando se emplea sustancia usada con anterioridad, o si las semillas permanecen durante algún tiempo en ella.

Se sabe que las bacterias se multiplican rápidamente en la solución, y que son teñidas por la sustancia. Las agrupaciones o colonias de bacterias puede adherirse al embrión, lo cual lo opaca e induce a que se hagan apreciaciones erróneas. En algunos casos, dichos depósitos pueden ser removidos.

Al analizar el sistema estudiado se encuentra que tiene las siguientes ventajas:

1.—Por el método descrito, es posible conocer, en corto tiempo, el porcentaje de germinabilidad de un lote de semillas de trigo, cebada y, posiblemente, avena.

2.—No se necesita espacio ni aparatos especiales; con sólo unos pocos recipientes es suficiente. Esto quiere decir que no se necesita de un laboratorio especial y que en cualquier lugar se pueden determinar los índices de germinación de las semillas.

3.—Los resultados obtenidos concuerdan con la realidad, especialmente en las semillas mencionadas antes.

Con el fin de saber, ampliamente, cómo actúa la sustancia, es necesario conocer en detalle cómo obra en relación con la respiración y las enzimas. Se notó, que algunas semillas de trigo se colorearon débilmente, sin tener poder germinativo, por lo cual se supuso que el reactivo podía colorear a determinadas sustancias del embrión, que puedan ser las enzimas.

Este producto no se debe utilizar para determinar, comercialmente, el grado de germinabilidad de una semilla, sin haber investigado antes la estructura, edad, grado de latencia, tiempo que debe durar en la solución, etc. Por lo tanto, no se puede decir que la sustancia sirva para averiguar la vitalidad de todas las simientes, ya que es necesario estudiar previamente cada semilla, y determinar si con el 2, 3, 5 Trifenil, Cloruro Tetrasódico es posible conocer su grado de germinabilidad.

RESUMEN

Se adelantó una serie de experimentos con el fin de averiguar si por medio del 2, 3, 5 Trifenil, Cloruro Tetrasódico, base del producto comercial denominado Terazol, era posible determinar, rápidamente, el porcentaje de germinabilidad de las semillas. En

estos trabajos se hicieron algunas observaciones interesantes, las cuales se presentan a continuación, en una forma resumida.

1º—En las semillas frescas, el Terazol da a los embriones fértiles un color rojo intenso; los embriones de los muertos toman un color rosado pálido, o no se tiñen.

2º—En general, al comparar los resultados obtenidos con los dos sistemas, el de Terazol y el de germinación, se vió que los índices de vitalidad determinados por el primer método coincidían con los del segundo; en algunos casos se observó un mayor índice de germinación en las simientes tratadas con Terazol.

3º—Para obtener resultados más uniformes, es conveniente seccionar las semillas (trigo, cebada, avena, leguminosas y maíz) longitudinalmente. Haciendo este trabajo previo se obtienen dos ventajas, a saber: a) El Terazol obra más directamente sobre el embrión, y b) Los resultados de la reacción se pueden observar rápidamente.

4º—Al examinar 10 variedades de trigo, de 15 años de cosechadas, se observó que los embriones se colorearon débilmente y que los controles no germinaron. La débil coloración de los embriones puede explicarse, talvez, como debida a la acción de una enzima.

5º—El Terazol debe disolverse al 2%, según lo indican los fabricantes, pues las soluciones más débiles no tiñen bien los embriones, o demoran mucho en dar una coloración adecuada.

6º—La temperatura de la solución de Terazol influye sobre la actividad de la sustancia, ya que el aumento de unos pocos grados acelera la tensión de los gérmenes.

7º—No es fácil extraer los embriones del maíz y, en este grano, la técnica presenta ciertas dificultades que la hacen imprecisa y, por lo tanto, poco aconsejable.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—**Afanasiev, Michel.** A physiological study of dormancy in seed of *Magnolia acuminata*. New York (Cornell) Agric. Exp. Sta. Mem. 208. 37 pp. 1937.
- 2.—**Baldwin, Henry I.** Catalase activity as a measure of viability of tree seeds. *Amer. Jour. Bot.* 22: 635-644. 1935.
- 3.—**Barton, Lela V.** Storage of elm seeds. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 10: 221-223. 1939.
- 4.—**Basu, K. P. and J. N. Karkum.** Glucose dehydrogenase from germinated seeds of green and black grams (*Phaseolus radiatus* and *P. mungo* L.). *Jour. Indian. Chem. Soc.* 20: 229-233. 1943. (Abstr. in *Chem. Soc.* 38: 2352-2353. 1944).
- 5.—..... Succinic acid dehydrogenase from cucumber seeds. *Jour. Indian. Chem. Soc.* 20: 277-281. 1943. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 38: 2352-2353. 1944).
- 6.—**Bennett, Norah, and W. E. Loomis.** Tetrazolium Chloride as a Test reagent for freezing injury of seed corn. *Plant Physiol.* 24: 162-174. 1949.
- 7.—**Bishop, L. E.** Second memorandum on barley germination. *Jour. Inst. Brew* 51 (5): 215. 1945. (Abstr. in *Biol. Abstr.* 20: 21111. 1946).

- 8.—**Brocq-Rousson, et Edmond Gain.** Sur la durée des peroxydiastases des graines. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris)* 146: 545-548, 1908.
- 9.—**Clark, V. A.** Seed selection according to specific gravity. New York (Genova) *Agric. Exp. Sta. Bull.* 256: 367-425, 1904.
- 10.—**Cottrell, H. J.** Tetrazolium salt as a seed germination indicator. *Nature (London)* 159: 748, 1947.
- 11.—**Crocker, William.** Longevity of seeds. *Bot. Gaz.* 47: 69-72, 1909.
- 12.—**Crocker, William, and George T. Harrington.** Catalase and oxidase content of seeds in relation to their dormancy, age, vitality, and respiration. *Jour. Agric. Res.* 15: 137-174, 1918.
- 13.—**Crocker, William, and Lela V. Barton.** After-ripening, germination, and storage of certain rosaceous seeds. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 3: 385-404, 1931.
- 14.—**Curtis, Otis F., and Daniel G. Clark.** An Introduction to Plant Physiology. pp. Mc.Graw-Hill Book Co., Inc., New York, 1950.
- 15.—**Chhapelli, B.** Wood's rays and the physiological selection of rice seed. *Giorn. Riscultura* 22: 171-173, 1932. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 27: 1657, 1933).
- 16.—**Damodaran, Manayath, and Kesavapillay, Ramakrishanan Nair.** Glutamic acid dehydrogenase from germinating seeds. *Biochem. Jour* 32: 1064-1074, 1938.
- 17.—**Darsie, Marvin L., Charlotte Elliott, and George J. Pierce.** A study of the germinating power of seeds. *Bot. Gaz.* 58: 101-136, 1914.
- 18.—**Davidson, O. W.** The germination of "non-viable" peach seeds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30 (1933): 129-132, 1934.
- 19.—..... Growing trees from "non-viable" peach seeds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 32 (1934): 308-312, 1935.
- 20.—**Davis, Wilmer E., and R. Catlin Rose.** The effect of external conditions upon after-ripening of the seeds of *Crataegus mollis*. *Bot. Gaz.* 54: 49-62, 1912.
- 21.—..... The use of catalase as a means of determining the viability of seeds. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal. N. Amer.* 18: 33-39, 1926.
- 22.—**Davis, W. C.** Phenolase activity in relation to seed viability. *Plant Physiol.* 6: 127-138, 1931.
- 23.—**Denny, F. E.** The role of the surface micro-flora in measurements of respiration rate of germinating seeds. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 15: 211-227, 1938.
- 24.—**Dimitriewcz, Nicolaus.** Über die Methoden der Samenprüfung landwirt Schaftlicher Kulturpflanzen (Métodos para examinar las semillas de plantas agrícolas). *Ianung. diss Leipzig.* 34. pp. 1876.
- 25.—**Dodonova, E. V.** Variations in the dehydrogenase content of pea seeds. *Enzymologia* 9: 373-379, 1941 (Abstr. in *Chem. Abstr.* 36: 798, 1942).
- 26.—**Dolk, H. E. und E. van Slogteren.** Über die Atmung und die Absterbe erscheinungen bei Hyacinthezwiebeln bei höheren Temperaturen im Zusammenhang mit der Bekämpfung der Gelbkrankheit. (Sobre la respiración y los síntomas de pudrición con temperaturas más altas, en bulbos de jacinto, y su relación en la lucha contra la enfermedad amarilla). *Cartenbauwiss* 4: 113-158, 1930-1931. Citado por Denny, F. E. *Boyce Thompson Inst.* 15: 211-227, 1948.
- 27.—**Doroshenko, A. V.** Plasmolytic method of determining the germinating capacity of seeds. *Bull. App. Bot. Genet. & Plant breed. Ser. IV Seed Test* 2: 119, 1937.
- 28.—**Dufrenoy, Jean, and Robertson Pratt.** Histo-physiological localization of the site of reducing activity in stalks of sugar cane. *Amer. Jour. Bot.* 35: 33-334, 1948.
- 29.—**Eidmann, Franz Erich.** Saatgutprüfung auf biochemischen Wege. (Examen de las semillas por el sistema bioquímico). *Zeitschr. Frost-u Jagdwesen* 68: 442-443, 1936.
- 30.—..... Eine neue biochemische Methode zur Erkennung der Aussaaten von Samen. (Un nuevo método bioquímico para determinar la germinabilidad de las semillas). *Proc. Internat Seed. Test. Assoc.* 10: 203-209, 1938.
- 31.—**Euders, C. A. Pfahler, and F. Schneebeuer.** Rapid method for estimating the germinative capacity of barley and malt. *Wochenschr. Brau.* 54: 297-300: 1937. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 32: 2571, 1938).
- 32.—**Fernández, D. S.** Aerobe und anaerobe Atmung bei Keimlingen von *Pisum sativum*. (Respiración aerobia y anaerobia en semillas de *Pisum sativum*). *Rec. Trav. Bot. Neerland.* 20: 107-256, 1923.
- 33.—**Fick, G. George L., R. P., and Hibbard.** A method for determining seed vitality by electrical conductivity measurements. *Mich. Acad. Sci. Arts. and Letters.* 5: 95-103, 1928.
- 34.—**Flemion, Florence.** A rapid method for determining the germinative power of peach seeds. *Boyce Thompson Inst.* 8: 289-293, 1936.
- 35.—..... A rapid method for determining the germinative power of dormant seeds. *Amer. Jour. Bot.* 24: 734-735, 1937.
- 36.—..... A rapid method for determining the viability of dormant seeds. *Boyce Thompson Inst.* 9: 229-351, 1938.
- 37.—..... Further studies on the rapid determination of the germinative capacity of seeds. *Boyce Thompson Inst.* 11: 455-464, 1941.
- 38.—..... Reliability of the excised embryomethod as a rapid test for determining the germinative capacity of dormant seeds. 15: 229-241, 1948.
- 39.—**Flemion, Florence, and Harriet Poole.** Seed viability test with, 2, 3, 5-tri-phenyltetrazolium chloride. *Boyce Thompson Inst.* 15: 243-358, 1948.
- 40.—**Forward, B. F.** Chemical tests for seed viability. *News Letter Assoc. Off. Seed Anal.* 21 (2): 25-26 May 1947.
- 41.—**Frank, W. J.** A short chat about the government's seed testing station Wagenigee (the Netherlands) *News Letter Assoc. Off. Seed Anal.* 22 (1): 11-13, Feb. 1948.
- 42.—**Fraser, Mary T.** Parallel tests of seeds by germination and by electrical response. *Ann. Bot.* 30: 181-189, 1916.
- 43.—**Gadd, Ivar, and Arne, Kjaer.** Über die Verwendbarkeit der Selen und Indigokarmin methoden bei der Prüfung von Frost und Fusariumgeschädigtem Getreide. (El empleo del Selenio y el Carmín de Indigo en el examen de los cereales afectados por las heladas y el Fusarium). *Int. Seed Test Assoc. Proc.* 12: 140-149, 1940.
- 44.—**Gadd, Ivar.** Vital Colouring of pea seeds by means of malachite green. *Proc. Int. Seed. Test. Assoc.* 13: 5-76, 1941/43.
- 45.—**Gökain, Adil.** Altersermittlung beim Saatgut der Fichte und Kiefer. (Apreciación de la edad de las semillas del pino común y rodeno). *Frostwiss. Centrbl.* 64: 111-117, 1942. (Abstr. in *Biol. Abstr.* 17: 22456, 1943).
- 46.—**Goodsell, Samuel F.** Triphenyltetrazolium chloride for viability determination of frozen seed corn. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 40: 432-442, 1948.
- 47.—**Guha Thakurta, A., and B. K. Dutt.** Investigation on the catalase activity of jute seeds (*Altorius and capsularis*). *Trans Bose Res. Inst., Calcutta.* 13: 83-92, 1937-1938.
- 48.—**Gurcho, Charles.** Apricot seeds as a source of dehydrogenases. *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.* 33: 285-287, 1935/36.
- 49.—**Gurewitsch, Alexander.** Über eine Methode zur Bestimmung der Keimfähigkeit ohne Keimprüfung. (Método para determinar el poder germinativo sin prueba de germinación). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 53: 303-318, 1935.
- 50.—**Hao, Kin-Shen.** Über Saatgutprüfung auf biochemischen Wege. (Análisis de las semillas por el sistema bioquímico). *Zeitschr. Forstn. Jagdwesen* 71: 141-156; 187-204; 249-269, 1939.
- 51.—**Harrington, George T., and Bertha C. Hite.** After-ripening and germination of apple seeds. *Jour. Agr. Res.* 23: 153-161, 1923.
- 52.—**Harrow, Benjamin.** Tratado de Bioquímica y Manual de Prácticas de Bioquímica. pp. Editorial Atlántic. México, D. F. 1946.
- 53.—**Hasegawa Kozo.** On the determination of vitality in seeds by reagents. *Proc. Internat. Seed Test. Assoc.* 7: 148-153, 1935.
- 54.—**Hibbard, R. P., and E. V. Miller.** Biochemical studies on seed viability. 1. Measurements of conductance and reduction. *Plant Physiol.* 3: 335-352, 1928.
- 55.—**Hibbard, R. P., and O. E. Street.** 11. Chemical constituents operating in reduction. *Miche. Acad. Sci. Arts, and Letters.* 9: 189-162, 1929.

- 56.—**Hoffpauir, Carroll L., Dorothy H. Petty, and John D. Guthrie.** Germination and free fatty acid in individual cotton seeds. *Science* 106: 344-345. 1947.
- 57.—**Isachenko, B. L., and A. A. Predtechenskala.** Vital staining as a method of determining the viability of seeds. *Botanica Experimentalis* 2: 347-379. 1936. (Abstr. in *Exp. Sta. Rec.* 73: 43. 1938).
- 58.—**James, W. O., and J. M. Gragg.** Ascorbic acid system in barley. *Nature (London)* 1948: 726-727. 1941.
- 59.—**Johnson, L. P. V.** Embryonic reaction to sodium biselenite as a test of seed vitality. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 39: 943-937. 1947.
- 60.—**Kretovich, V. L., and A. I. Sokolova.** The dehydrogenases of wheat embryos. *Biokhimiya* 7: 232-237. 1942. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 38: 1536. 1944).
- 61.—**Kuhn, Richard, and Ditrich Jerchel.** *Invert Soap*. VIII. Reduction of tetrazolium salts by bacteria, fermenting yeast and germinating seeds. *Ber. Deutsch. Ges. 74: 949-952.* 1941. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 35: 6957-6958) 1941.
- 62.—**Kullen, Beate.** Behavior of certain enzymes during the storage of wheat and its mill products. *Vorratspflege u. Lebensmittelforsch.* 4: 421-447. 1937. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 37: 2084. 1943).
- 63.—**Lakon, George.** Das Schwinden der Keimfähigkeit der Samen, insbesondere der Getreidefrüchte. (The disappearance of the germinating capacity of seeds, particularly cereal seed). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 57: 191-203. 1939. (Abstr. in *Proc. Internat. Seed Test. Assoc.* 11: 155. 1939).
- 64.—..... Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit der Getreidefrüchte durch Tetrazoliumsalze. (Comprobación topográfica del poder germinativo de las semillas de cereales con sales tetrasódicas). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 60: 299-305. 1942.
- 65.—..... Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit von Mais durch Tetrazoliumsalze. (Comprobación topográfica del poder germinativo del maíz con sales tetrasódicas). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 60: 434-444. 1942.
- 66.—**Lakon, George.** Un nouveau procédé rapide pour contrôler la faculté germinative des graines. *Presse Agric. Etrangère* 1943 (3): 5. 1943. (Abstr. in *Ann. Agron.* 13: 185. 1943).
- 67.—..... The Topographical Tetrazolium Method for Determining the Germinating Capacity of seeds. *Plant Physiol.* 24: 389-394. 1949.
- 68.—**Leach, William.** Studies on the metabolism of cereal grains. 111. The influence of atmospheric humidity and mould infection on the carbon dioxide output of wheat. *Canadian Jour. Res. Sec. C.* 22: 150-161. 1944.
- 69.—**Leggatt, C. W.** A further note on catalase activity as a measure of seed viability. *Canadian Jour. Res.* 9: 571-573. 1933.
- 70.—**Lehmann, F.** The influence of different factors upon the oxidation enzyme in seeds of *Phaseolus vulgaris*. *Bot. Notiser* 1922. 289-312. 1922. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 18: 1686. 1924).
- 71.—**Lessage, Pierre.** Sur l'emploi des solutions de potage a la reconnaissance de la faculté germinative de certaines graines. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris)* 152: 615-617. 1911.
- 72.—..... Sur la détermination de la faculté germinative autrement que par la germination des graines. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris)* 174: 766-767. 1922.
- 73.—**Liang, Chi-Chin.** The influence of the reaction of hydrochloric acid upon the catalase activity in the germinated millet seeds. *Chinese Bot. Soc. Bull.* 3: 45-52. 1937.
- 74.—**Linchon, P. A., and S. P. Mercer.** Ultra-violet rays on seeds. *Sciences Suppl.* 78 (2030): 10 Nov. 24. 1933.
- 75.—**Mar, Francis.** Amylase activity as an indicator of seed viability. *Iowa State College Library.* 1944.
- 76.—**Mattson, A. M., C. O. Jensen, and R. A. Durcher.** Triphenyl-tetrazolium chloride as a dye for vital tissues. *Science* 106: 294-295. 1947.
- 77.—**Mc. Hargue, J. S.** The significance of the peroxidase reaction with reference to the viability of seeds. *Jour. Amer. Chem. Soc.* 42: 612-615. 1920.
- 78.—**Milner, Max.** Utility of sulfa drugs for the inhibition of mold respiration in grains. *Science* 104: 463-464. 1946.
- 79.—..... and **W. F. Geddes.** Grain storage studies. 111. The relation between moisture content, mold growth, and respiration of soybeans. *Correal Chem.* 23: 225-247. 1946.
- 80.—**Mirow, N. T.** A note on germination methods for coniferous species. *Jour. Forest.* 34: 719-723. 1936.
- 81.—**Mohs, K., and Tornow, E.** Germinating energy (of grains) and selenium reduction. *Ztschar. Ges. Getreidew.* 27: 17-22 (Abstr. in *Jour. Soc. Chem. Ind.* 59: 483 B. 1940).
- 82.—**Müller, D.** Tote Speichergewebe in lebenden Samen. (Dead storage tissues in viable seeds). *Planta* 33: 721-727. 1943. (Abstr. in *proc. Assoc.* 13: 422-423. 1941/43).
- 83.—**Nabokich, A. J.** Über den Einfluss der Sterilisation der Samen auf die Atmung. (La influencia de la desinfección de las semillas en la respiración). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 21: 279-291. 1903.
- 84.—**Nádvořník, Josef.** Použití vitalního barvení ke Zkoušení semen ovocných dřevin. (Application of vital staining of seeds of fruit trees and shrubs. *Vestník Cesk. Akad. Zem.* 20 (3/4): 160-164 (Abstr. in *Biol. Abstr.* 21: 717. 1947).
- 85.—**Nazarova, N. S.** Catalase activity as an index of the germinating capacity of seeds. *Bull. App. Bot. Genet. & Plant-Breed. Ser. IV. Seed Sci. & Seed Test.* 2: 111. 1937.
- 86.—**Neljubow, D.** Über die Methoden der bestimmung der Keimfähigkeit ohne Keimprüfung. (Métodos para determinar el poder germinativo sin prueba de germinación). *Ann. Essais Semences* 4 (7): 31-35. 1925.
- 87.—**Nelson, Oliver, E., and H. S. Burr.** Signal growth potential soaked corn grains. *Sci. News Letter* 49: 361. 1946.
- 88.—**Nemec, Antonin, et Frantisek, Duchon.** Sur une methode indicatrice permettant d'évaluer la vitalité des semences par voie biochimique. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris)* 174: 632-634. 1922.
- 89.—..... Sur une nouvelle methode biochimique pour la détermination de la force vitale des semences. *Ann. Sci. Aron. Franc., et Etrangere* 40: 121-150. 1923.
- 90.—**Niethammer, Anneliese.** Critical comparative sugar and catalase determinations on seed materials of different vitalities. *Zeitschr. Pflanzernah. Dung. u. Bodenk.* 21 A, 69-86. 1931. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 25: 5688. 1931).
- 91.—..... Plasmolysestudien an gärtenerisch wichtigem Saatgut. *Gartenbauwiss* 17: 91-94. 1942. (Abstr. in *Biol. Abstr.* 18: 11860. 1944).
- 92.—**Porter, R. H., Mary Durrel and H. R. Romm.** The use of 2, 3, 5 triphenyl-tetrazoliumchloride as a measure of seed germinability. *Plant Physiol.* 22: 149-159. 1947.
- 93.—**Qvan, Olaf.** Zur Atmung des Getreides. Eine Relation zwischen Keimfähigkeit und Atmungsintensität. (Sobre la respiración de los cereales. Relación entre el poder germinativo y la intensidad de la respiración). *Jahresber. Verein. f. Angew. Bot.* 4: 70-87. 1906.
- 94.—**Rohmeder, E.** Beeinfluss der Vitamin C. Gehalt der Nadelholzsamen, das Färbungsergebnis des Natriumselenitverfahrens? *Forstwiss. Centralbl.* 65: 65-70. 1943. (Abstr. in *Biol. Abstr.* 18: 11810. 1940).
- 95.—**Sakata, T.** The use of chemicals to determine the vitality of seeds. *Seed World* 33 (13): 69. 1933.
- 96.—**Schmorl, K.** Das spezifische Gewicht eines Getreides als Beweatungsfaktor. (The specific gravity of a cereal as a valuation factor). *Proc. Internat. Seed. Test. Assoc.* 7: 75. 1935.
- 97.—**Shuel, R. W.** Seed germinability tests with 2, 3, 5 triphenyl-tetrazoliumchloride. *Sci. Agric.* 28: 34-38. 1948.
- 98.—**Singh, B. N., P. B. Mathur, and M. L. Mehta.** Determination of catalase ratio as a rapid method of seed testing. *Trop. Agric. (Trinidad)* 15: 260-261. 1938.
- 99.—**Steinbauer, George P.** Dormancy and germination of *Fraxinus* seeds. *Plant Physiol.* 12: 813-824. 1937.
- 100.—**Tadokoro, Testsutaro, Tsuneyuki Saito, and Naomoto Takasugi.** The enzymecontaining proteins of rice embryo. *Jour. Chem. Soc. Japan* 63: 1015-1018. 1942. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 41: 3509. 1947).

- 101.—**Tanashev, G. A.** Improvement on the indicator method for the rapid determination of the germinative power of cultivated plant seeds. *Chem. Socialistic. Agr.* 7 (4): 101-107. 1938. (Abstr. in *Chem. Abstr.* 33: 8241. 1939).
- 102.—**Thunberg, T.** The hydrogen-activating enzymes of the cells. *Quart. Rev. Biol.* 5: 318-347. 1930.
- 103.—**Tskhoidze, V.** Determining the viability of tung-oil tree seeds by the method of colouring (Eng. Summary). *Batum Subtropical Bot. Gard. Bull.* 1: 96. 1936.
- 104.—**Tukey, H. B.** Artificial culture of sweet cherry embryos. *Jour. Hered.* 24: 7-12. 1933.
- 105.—..... Artificial culture methods for isolated embryos of deciduous fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 32 (1934): 313-322. 1935.
- 106.—**Turesson, Göte.** Über den Zusammenhang zwischen Oxydationsenzymen und Keimfähigkeit in verschiedenen Samenarten. (Relación entre las enzimas de oxidación y el poder germinativo en diferentes clases de semillas). *Bot. Notiser.* 1922. 323-335. 1922.
- 107.—**Vicent, G.** Einfluss der Aufbewahrungszeit auf die Qualität der Koniferensamen. (Influencia del periodo de conservación sobre la calidad de las semillas de coníferas). *Verhand. Internat. Kongr. Forst. Versuchsanst. (Stockholm)* 1929: 436-440. 1930. (Abstr. in *Biol. Abstr.* 37: 5148. 1943).
- 108.—**Vilmorin, Jacques de, et Cazaubon.** Sur la catalase des graines. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris)*. 175: 50-51. 1922.
- 109.—**Wach, Alfred.** Versuche zur Selenitfärbung des forstlichen Saatgutes. (Experimento sobre la coloración de las semillas forestales por medio del Selenio). *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 118: 178-188; 210-218. 1942. (Abstr. in *Biol. Abstr.* 17: 17245. 1943).
- 110.—**Waller, Augustus D.** An Attempt to estimate the vitality of seeds by electrical method. *Proc. Roy. Soc. (Lond.)* 68: 79-92. 1901.
- 111.—**Waugh, Thomas D.** Staining of the stem tissue of plants by triphenyltetrazolium chloride. *Science.* 107: 275. 1948.
- 112.—**Wiese, Rudolf.** Bemerkungen zur Gurewitschs Methode, die Keimfähigkeit von Samen zur bestimmen. (Observaciones sobre el método de Gurewitschs, para determinar el poder germinativo de las semillas). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 55: 338-340. 1937.

ESTUDIOS SOBRE MALLOPHAGA NEOTROPICALES (XIV)

(PIOJOS DE LAS COTINGIDAE)

("STUDIES IN NEOTROPICAL MALLOPHAGA—LICE OF THE COTINGIDAE")

M. A. CARRIKER, JR.

Hasta ahora casi nada se conoce de las Mallophaga de la familia de aves Cotingidae. Es una familia numerosa que vive desde el norte de Méjico hasta la Argentina y desde el nivel del mar hasta el pie de los páramos, es decir, hasta la altura donde se termina la selva. La familia agrupa diversos géneros, algunos de ellos de belleza extraordinaria y otros de apariencia sumamente grotesca.

La primera especie de Mallophaga (dentro de esta familia de aves) fue conocida en el año 1903, cuando describí a *Menopon tityrus*¹ con su huésped *Tityra semifasciata costaricensis*. Esta especie fue transferida más tarde al género *Machaerilaemus*, junto con *Menopon cotingae* Carriker (1949) de *Cephalopterus o. ornatus*.

Las primeras especies de Mallophaga pertenecientes al suborden Ischnocera, parásitos de la Cotingidae, fueron descritos por mí en el año 1940, cuando establecí el género *Pseudocophorus*² para cuatro especies a las cuales posteriormente se añadió otra.

Las dos especies de Amblacera colocadas en el género *Machaerilaemus* son tipos anormales, y quizás no pertenecen a este género, pero se necesita más material de Cotingidae para resolver definitivamente ese problema.

Pseudocophorus, procede de *Philopterus* se caracteriza por la antena fuertemente dimorpha y los órganos genitales del macho sumamente diminutos y de forma rara. Tres de las especies conocidas son parásitos del género *Pipreola*, una de *Ampeloides tschudi* (género parecido a *Pipreola*) y la quinta de *Procnias carnotarba*.

Durante los últimos cincuenta años he podido acumular material muy interesante del grupo Mallophaga Ischnocera, parásitos de la familia Cotingidae y no obstante la pequeñez de esta colección me parece aconsejable publicar los resultados de mis estudios sobre este grupo para que otros investigadores puedan aprovecharlos.

Las especies aquí descritas se pueden distribuir claramente en dos grupos, uno de ellos muy parecido al género *Trogonirmus*³ (encontrado única-

mente en la familia *Trogonodae*), mientras que el otro es bastante distinto; pero estos dos grupos, en mi concepto, no son separables genéricamente, gozan todos en común de ciertos caracteres genéricos, mientras que los caracteres que aparentemente separan los dos grupos son más bien específicos, como se explicará más adelante. Sin embargo, un estudio minucioso muestra que hay ciertas señales genéricas en todas las especies que no caben dentro del género *Trogonirmus*, y por eso parece aconsejable la creación de un género nuevo para agruparlas; su descripción se encuentra más adelante.

Aprovecho la oportunidad para dar mi opinión sobre la tendencia reciente de varios especialistas de Mallophaga, a establecer géneros excesivamente grandes, incorporando en ellos todos los géneros que tienen una semejanza superficial. Se fundan en que hay muchos géneros basados en caracteres totalmente inadecuados. Hasta cierto punto estoy de acuerdo con esa opinión, porque ciertamente se han descrito una cantidad asombrosa de géneros inútiles, muchos de ellos monotípicos.

Sin embargo, siempre existe el peligro de llevar el péndulo de la nomenclatura demasiado lejos, en la dirección opuesta. Pienso que es inútil el empeño por seguir las huellas en el desarrollo de la morfología de un insecto durante miles de siglos, cuando son más los anillos de la cadena que faltan que los existentes. Todo es conjetura y suposición. Tales tentativas para establecer el árbol genealógico de géneros modernos, parecen totalmente imposibles y enteramente superfluas, considerándolos desde el punto de vista de la nomenclatura.

No pretendo afirmar que tales tentativas para establecer las afinidades filogenéticas sean innecesarias, o que no debemos hacer todo lo posible para establecerlas cuando sea posible, pero es positivo que ningún dato de naturaleza filogenética vamos a aducir, como suele acostumbrarse para agrupar una gran cantidad de especies con ciertas semejanzas en un solo género gigantesco, un género incapaz de ser caracterizado por la única razón de no tener unos pocos géneros más con que comparar.

Ya he opinado en publicaciones anteriores que comparar los caracteres que deben usarse o no, para la creación de un género son hasta cierto punto fruto de opiniones individuales de los diversos autores, y la opinión de una o dos personas no debe

(1) Univ. Stud., Univ. Nebraska, vol. III (1903), p. 182, pl. VII, fig. 4.

(2) Lloydia, vol. 3, Dic., 1940, p. 281 (figuras de todas las especies).

(3) Véase resumen de este género en Novedades Colombianas N° 2, Junio, 1955, página 87.

necesariamente constituir una línea rígida, que tengan que seguir los demás investigadores.

La mejor definición de un género es: un camino para llegar a cierto punto, una ayuda al sistematizador en el proceso de repartir en grupos más pequeños un gran número de especies, grupos que necesariamente tienen afinidades filogenéticas. Yo insisto que cuando tenemos un grupo de especies de parásitos de una sola familia, o en ciertos casos de un solo género de aves, y este grupo demuestra un número suficiente de caracteres genéricos, constantes en todo del grupo, y con las cuales es fácil reconocerlos, es permitido agrupar las especies en un género. También insisto que tales géneros más pequeños tienen igual o más valor para estudiar las afinidades filogenéticas no solamente de los parásitos, sino de sus huéspedes, las aves. Creo, también, que la mayoría de los estudiantes de este Orden de insectos, están de acuerdo con esta tesis.

Género COTINGACOLA, género nuevo

Genotipo: *Cotingacola rupicolae* especie nueva (Huésped: *Rupicola peruviana saturata*).

Descripción del género.—El género está formado de dos tipos de especies bastante distintas, las cuales por conveniencia se han dividido en Grupos A y B. Las especies del Grupo A son parecidas al género *Trogonirmus* (parásitos de la familia Trogonidae, y también con su cabeza algo parecida en ciertos caracteres a la especie *Acutifrons vierai* Guimaraes (parásito de ciertas Rapaces). Es posible que algunos colegas puedan considerar que estos dos grupos no son congénéricos, pero las diferencias entre ellos, aunque llaman la atención, parecen ser de grado, más bien que de género, y también hay dos especies que forman una clara conexión intermedia.

Las cabezas varían de forma desde casi figura de corazón hasta forma casi paralela de márgenes, estos últimos (Grupo B) con cabeza que recuerda la del género *Oxylipeurus*, se han encontrado en los géneros *Ortalis* y *Odontophorus* de aves. Es variable el dimorfismo sexual de la forma de las cabezas, también del abdomen y sus placas. La forma de la "frons" se encuentra desde poco convexa hasta llanamente puntiaguda, con los márgenes de la región preantenal más o menos divergentes y generalmente levemente cóncavos (en pocos casos rectos pero nunca convexos).

Bordas temporales levemente redondeadas (en algunos casos casi rectas posteriormente), un poco dilatadas en el Grupo A pero menos en el Grupo B; la margen occipital variable en su forma, desde transversa y cóncava hasta ondulada. Las *endocarinae* son semejantes en algunos aspectos al género *Trogonirmus*, siendo la excepción principal la forma de la placa anterior ("*clypeal signature*" de los autores). Las antenas son iguales en ambos sexos, con el segmento 2 invariablemente más largo.

Las carinas de los márgenes son prácticamente iguales a las de *Trogonirmus*, con las carinas pre-marginales (*clypeal bands* of authors) de anchura variable, pero siempre rodeando sin interrupción la región preantenal de la cabeza. Esta carina, sin embargo, lleva una emarginación profunda junto a los ángulos posteriores de la placa anterior, con un pelo corto en la base de la emarginación; también lleva desde dos hasta cuatro canales hialinos angostos en frente de esta emarginación, los cuales se extienden del margen interno casi hasta el margen externo de la carina, y también con un pelo corto en la terminación de cada uno.

Los caracteres mencionados arriba se encuentran inalterados en todas las especies del género. La placa anterior (*clypeal signature*) es de forma muy distinta de *Trogonirmus*. Es mucho más corta, especialmente en el Grupo B, faltando siempre mucho para alcanzar los puntos de las mandíbulas, y existen siempre presentes en esta placa engrosamientos ("incrassations") de tipos variados, los cuales faltan siempre en el género *Trogonirmus*. La placa anterior de *Trogonirmus* se extiende hasta los puntos de las mandíbulas, o es poco lo que falta para alcanzarlas. También hay casos en los que esta placa es pigmentada uniformemente sin engrosamientos. Las carinas marginales ventrales se diferencian en los dos géneros. En el género *Cotingacola*, esta carina es ancha y encierra por completo la parte preantenal de la cabeza, lo mismo que la carina dorsal, mientras que en *Trogonirmus* está partida en la mitad de la "frons", extendiéndose apenas hasta la margen de la placa anterior.

Hay cuatro tipos de engrosamientos ("incrassations"):

(1) Una línea ancha, ondulada y fuertemente pigmentada que cruza la parte posterior de la placa;

(2) Una serie de líneas cortas con forma de medialuna y con la parte de adentro más oscura, que también cruza la placa en el mismo sitio, mientras que la parte de la placa anterior a estos discos es más pálida;

(3) Una serie de 8 hasta 12 manchas redondas hialinas con la margen anterior oscura;

(4) El punto mediano de la placa contiene una área ovalada, fuertemente pigmentada, la cual puede o no puede tener una mancha pálida en ambos lados.

Las carinas que se extienden posteriormente a las carinas pre-marginales y postmarginales y que sostiene las mandíbulas, son menos pigmentadas y se extienden caudalmente desde la articulación posterior de las mandíbulas hasta un punto cerca de los lados del protórax y son más reducidas y más pálidas posteriormente.

En el Grupo B hay muy poco o ningún dimorfismo sexual en las placas abdominales. Las tergaes son más grandes que en el Grupo A, casi lle-

nan los segmentos se dividen angostamente en medio desde el I hasta VII, y el margen interno es recto, o casi recto (nunca redondeado). Las placas esternales son iguales a las del Grupo A. Las placas paratergales son casi siempre bastante largas, con las "cabezas" de algunas especies extendidas hasta la mitad del próximo segmento, disminuidas en longitud posteriormente, y son de forma enteramente distinta de *Trogonirmus*.

Las placas faríngeas y las glándulas son bien desarrolladas y del tipo generalmente encontrado en los *Philopteridos* (éstas no aparecen en ninguna de las figuras).

Las mandíbulas son también desarrolladas pero no son macizas; ambos segmentos del tórax son pequeños, el protórax con los lados convexos y ligeramente divergentes y con el margen posterior ligeramente convexo. Casi la mitad del protórax está escondido debajo de la cabeza, con el margen anterior profundamente recortado para sostener la placa golar, o mejor dicho el protórax efectivamente está enganchado en ambos lados con la placa golar, la cual sirve como ancla para el segmento. El terotórax tiene más o menos el mismo largo que el protórax con los lados desde ligeramente hasta fuertemente divergentes y con el margen desde poco convexo hasta medianamente punteagudo (véanse figuras).

El abdomen varía de forma; ovalado en el Grupo A hasta largo, delgado y con márgenes casi paralelos en el Grupo B. En el grupo A los tergales se dividen por el medio en los segmentos I hasta VI, con el margen interno circular y están estrechamente unidos con los paratergales, los últimos con las "cabezas" bien desarrolladas pero más cortas que en el Grupo B. Las placas esternales son enteras a través del abdomen pero anchamente separadas de las paratergales y con fajas anchas hialinas entre ellas.

En el género *Trogonirmus*⁴ los ángulos posterolaterales de las tergales I hasta IV se continúan vigorosamente en forma de un disco ovalado o redondo, o de una dilatación más larga y más aguda, similar a los ganchos del ángulo interno de los tergales del género *Cracimenopon* Carriker⁵. En ninguna especie faltan las prolongaciones del ángulo posterolateral de los tergales I hasta IV, mientras que faltan totalmente en todas las especies del género *Cotingacola*. Las placas genitales de ambos sexos aparentemente son distintas a las de *Trogonirmus*, pero desgraciadamente este punto es dudoso porque esas estaban poco visibles en todo el material de *Cotingacola*. En el género *Cotingacola* las carinas postmarginales existen siempre, mientras que en *Trogonirmus*, siempre faltan.

(4) Véase una recensión de este género con descripciones de seis especies nuevas, *Novedades Colombianas*, N° 2, 1 de Junio, 1955, p. 87.

(5) *Novedades Colombianas* N° 1, 3 de Mayo, 1954, p. 21, también *Rev. Academia Colombiana de Ciencias* N° 28, Mayo 1950, 3 p. 142 (*Amyrsidea* Ewing).

Hay una semejanza de los aparatos genitales del género *Trogonirmus* y del Grupo B del género *Cotingacola*, pero a eso se reduce su semejanza. Sin embargo aparece lo contrario en el grupo A, cuyo aparato genital (de las tres especies conocidas) es enteramente distinto del de *Trogonirmus*, al paso que hay una semejanza notable de los cuerpos.

Quizás parezcan nimias la descripción y la comparación de este género con *Trogonirmus*, pero es que se encuentran caracteres muy complejos que requieren una descripción completa, y el género contiene dos grupos de especies bastante diferentes que complican la situación. Estos dos grupos (A y B) no son separables genéricamente, según mi concepto. La diferencia más notable entre ellos reside en la forma de la cabeza y el abdomen y en las placas abdominales, pero en este carácter los dos grupos tienden a unirse.

Los caracteres dominantes que distinguen el género nuevo, son la estructura distinta de las endocarinas y especialmente de la placa anterior, la ausencia completa de las prolongaciones de los ángulos posterolaterales de los tergales I hasta IV, y hasta cierto punto el aparato genital del macho. Estos caracteres se encuentran en ambos grupos, de modo que no hay razón lógica para una repartición adicional del género.

COTINGACOLA RUPICOLAE RUPICOLAE sp. nov.

Figs. 1, 2 y 3

Tipos, ♂ y ♀ adultos del huésped *Rupicola peruviana saturata* Cabanis & Heine, coleccionado por el autor en Calabatea, Río Beni, Bolivia, 18 de Noviembre, 1934 (en la colección del autor).

Descripción.—Existe un considerable dimorfismo sexual, especialmente de la cabeza, la cual tiene la forma de un corazón en la hembra, con los temporales más anchos y la "frons" más angosta; el nódulo preantenal de la hembra es más pequeño que el del macho; y las "incrassations" de la placa anterior y los temporales también son ligeramente distintos.

El margen posterior del terotórax del macho es un poco redondeado y más puntiagudo en la hembra; el metasterno es de forma singular y es el enlace con el segundo y tercer pares de las "coxae".

Las tergales y esternales son mucho más anchos en la hembra y los paratergales poseen "cabezas" más largas. La quietotaxia es algo esparcida, pero los dos pares de cerdas situados en el margen posterior del terotórax son muy largas, semejantes a las de los ángulos posterolaterales de los tergales V hasta VIII. Se encuentra en el macho un pelo largo en el margen posterior de los tergales II hasta VI, posterior a los respiraderos; otro pelo más corto en la mitad del margen posterior de los tergales II hasta IV; 3 pelos en la parte mediana del margen posterior de los tergales V hasta VIII y también otro en el mismo margen cerca de la

punta interna de los tergales I hasta VI (2 en la punta del I). Hay un pelo largo en el margen posterior de los esternales I hasta IV, cerca a la línea mediana del cuerpo y otro en la punta exterior; hay tres pelos largos en ambos lados de la punta terminal del segmento IX, y entre éstos y el ángulo anterior del mismo segmento hay una hilera doble y densa de pelillos más cortos (alrededor de 10).

Las piernas del macho son proporcionalmente más largas y más gruesas; y el tercer fémur es más largo que el de la hembra. Los tres pares de tibias poseen carinas marginales anchas en ambos lados, también en el margen anterior de la tercera "coxa" y el fémur; hay pelos cortos esparcidos por los fémures y tibias.

El aparato copulador del macho es bastante singular (como también el de las dos especies que siguen). Las parameras no están adheridas a las carinas marginales de la placa basal, como suele ser sino situadas muy adentro en la placa, con las puntas delanteras juntas (véase figura). Sin embargo las parameras doblan para afuera en la base

de la placa basal hasta las márgenes de la placa, luego tuercen bruscamente por dentro de modo que casi llegan sus puntas abajo de la placa endomeral. Están adheridas aparentemente a la base de la placa basal por un integumento flexible colocado en el margen exterior del codo de la paramera. Las alas laterales de la endomera son ligadas a la punta

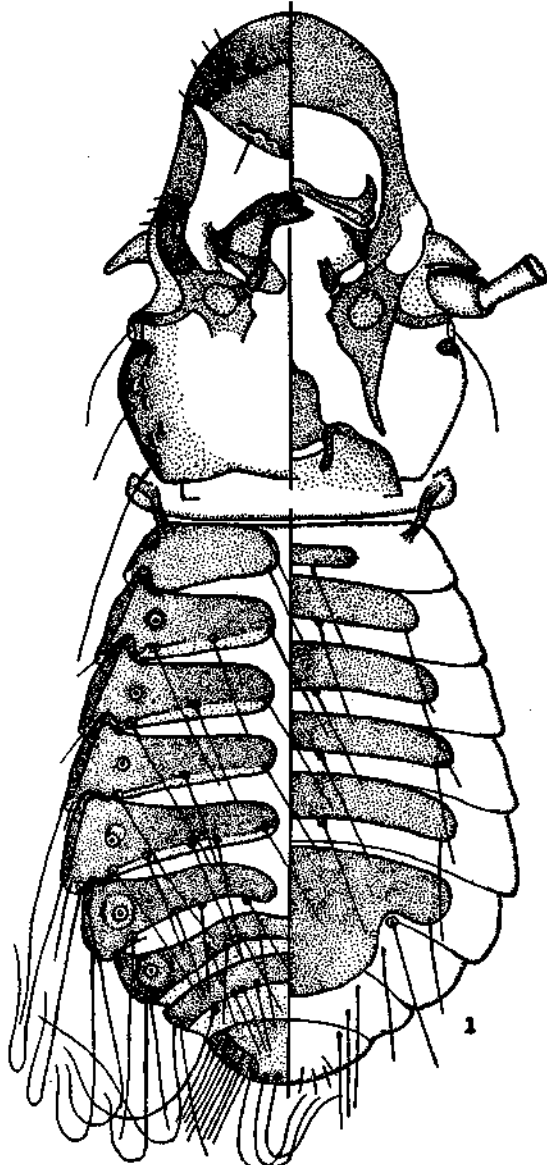


Fig. 1
Cotingacola rupicolae ♂
(Cabeza y abdomen)

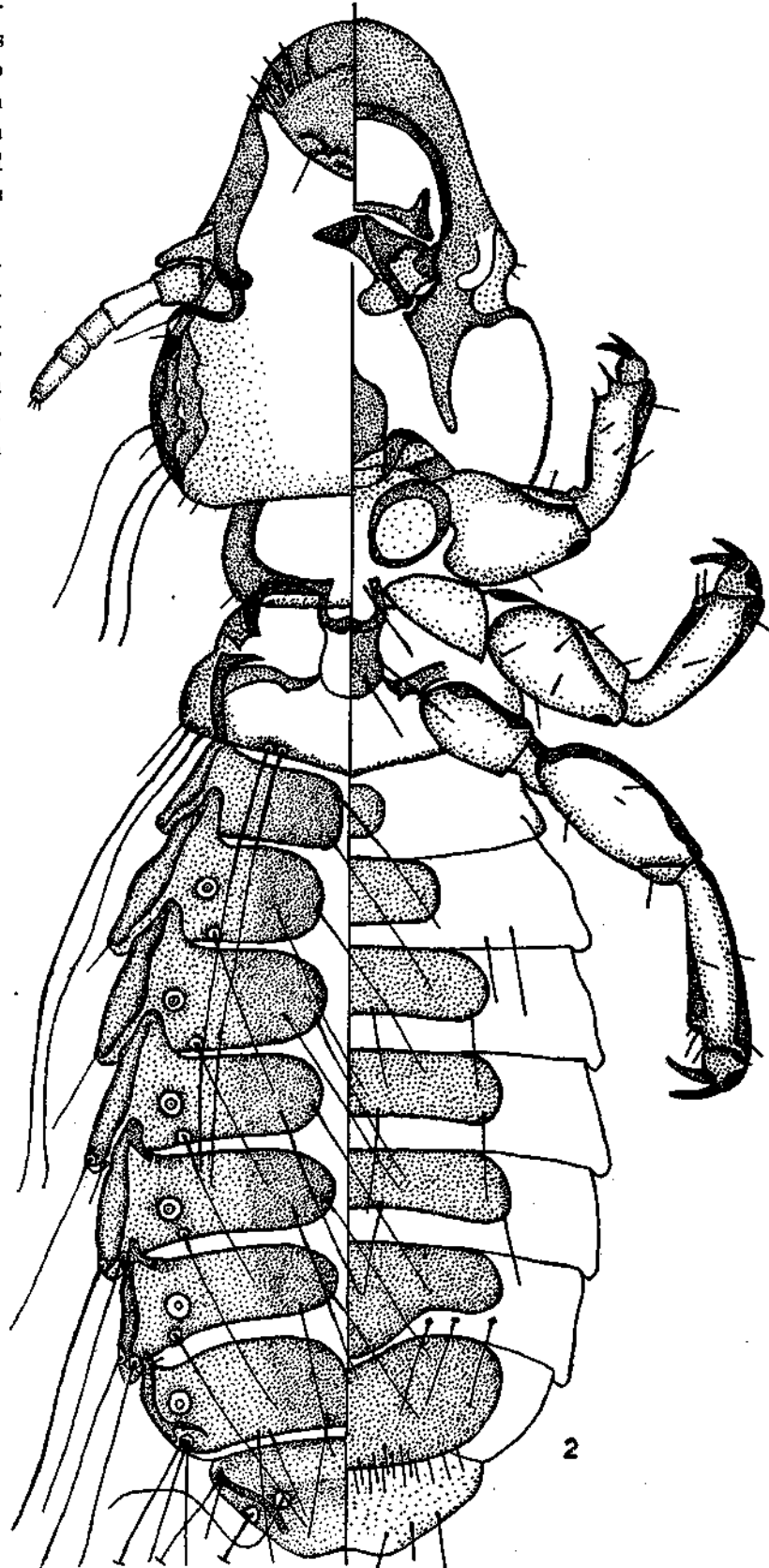


Fig. 2
Cotingacola rupicolae ♀
(Cuerpo)

de unas prolongaciones triangulares de las carinas laterales de la placa basal. El pene, aparentemente, no existe. La especie está representada por el ♂ holotipo, la ♀ alotipo, 5 ♂♂ y 3 ♀♀ paratipos y 4 ♂♂ y 1 ♀ de la especie hospedera coleccionados en La Oroya, Perú.

DIMENSIONES DE LOS TIPOS:

	largo ♂	ancho	largo ♀	ancho
Cuerpo	1.54	—	1.93	—
Cabeza (a coní)....	—	.358	—	.414
Cabeza (a las sienes)	.564	.44	.61	.523
Protórax .....	.195	.29	.225	.347
Terotórax .....	.185	.412	.228	.477
Abdomen .....	.716	.575	1.06	.655
Placa basal.....	.36	.12		
Parameras .....	.055	—		
Endomeras .....	.068	.068		

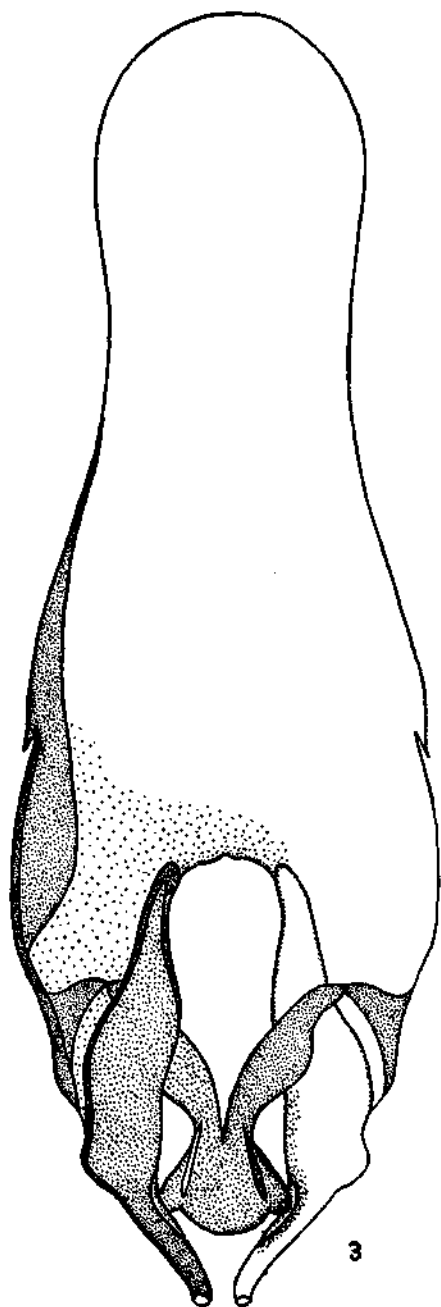


Fig. 3
Cotingacola rupicolae rupicolae (Aparato genital del ♂)

COTINGACOLA RUPICOLAE COLOMBIANA subsp. nov.

Tipos, ♂ y ♀ adultos, del huésped *Rupicola peruviana aequatorialis* Taczanowski, coleccionado por el autor en Tijeras, Moscopán, Depto. del Cauca, Colombia, 15 de Marzo, 1952 (en Mus. Nac. de U. S. A.).

Descripción.—Difiere de *C. r. rupicolae* únicamente por detalles menores, especialmente en la forma y tamaño de la cabeza.

La hembra de Colombia es mucho más corta (1.81 en vez de 1.93); tiene muy poco dimorfismo sexual en la forma de la cabeza, la cual es muy perceptible en *rupicolae*; el ancho de la cabeza es casi igual en ambos sexos (♂ .43; y ♀ .445 en la base de los "coní"; en las sienes: ancho, ♂ .347; ♀ .358; largo, ♂ .53; ♀ .586). Los segmentos del pro- y terotórax en colombiana son mucho más angostos (.28 y .37 contra .347 y .477); el abdomen también es más angosto en ambos sexos; el mesosterno es más largo en colombiana mientras que los 3 pelos de ambos lados de la placa son más cortos y más gruesos; la quetaxia es más corta, especialmente sobre el abdomen del macho. No hay diferencia apreciable en los aparatos genitales entre las dos subespecies. La subespecie se representa por el ♂ holotipo, y la ♀ alotipo, también 3 ♂♂ y 55 ♀♀ del tipo hospedero coleccionado en la hacienda Sofia, Río Samaná, Caldas, Colombia, 17 de mayo, 1951.

DIMENSIONES DE LOS TIPOS:

	largo ♂	ancho	largo ♀	ancho
Cuerpo	1.51	—	1.81	—
Cabeza (a coní)....	—	.347	—	.358
Cabeza (a las sienes)	.53	.43	.586	.445
Protórax .....	.195	.29	.195	.28
Terotórax .....	.195	.40	.22	.37
Abdomen .....	.785	.54	1.00	.52
Placa basal.....	.36	.13		
Parameras .....	.054	—		
Endomeras .....	.066	.075		

COTINGACOLA LATIGASTRA sp. nov.

Fig. 4

Tipo, ♀ adulta, del huésped *Cotinga nattererii* (Boissoneu), coleccionado por el autor en Nuquí, Chocó, Colombia, 2 de Febrero, 1951 (en la colección Mus. Nac. U. S. A.).

Descripción.—Esta especie se conoce únicamente por la hembra de modo que no es posible hacer una comparación completa entre ésta y las otras especies del grupo al cual pertenece. Es parecida en general a la hembra de *C. rupicolae colombiana*, pero las medidas son enteramente diferentes. El largo total es aproximadamente igual (1.83 contra 1.81); la cabeza es más larga y mucho más ancha por las sienes y los "coní" (.605 por .51) ("coní" .412) contra .586 por .445 ("coní" .358).

El protórax es ligeramente más largo y el terotórax mucho más ancho (.24 y .456 contra .22 y

.37), y con el margen posterior del terotórax más puntiagudo en la línea media. Meso- y metasternón muy semejantes pero la parte anterior, en forma de U, es más ancha y larga.

COTINGACOLA TEMPORALIS sp. nov.

Figs. 5, 6 y 7

Tipos, ♂ y ♀ adultos, del huésped *Pipreola r. riefferi* (Boissoneau) coleccionado por el autor en Tijeras, Moscopán, Cauca, Colombia, 6 de Marzo, 1952 (en la colección del Mus. Nac. U. S. A.).

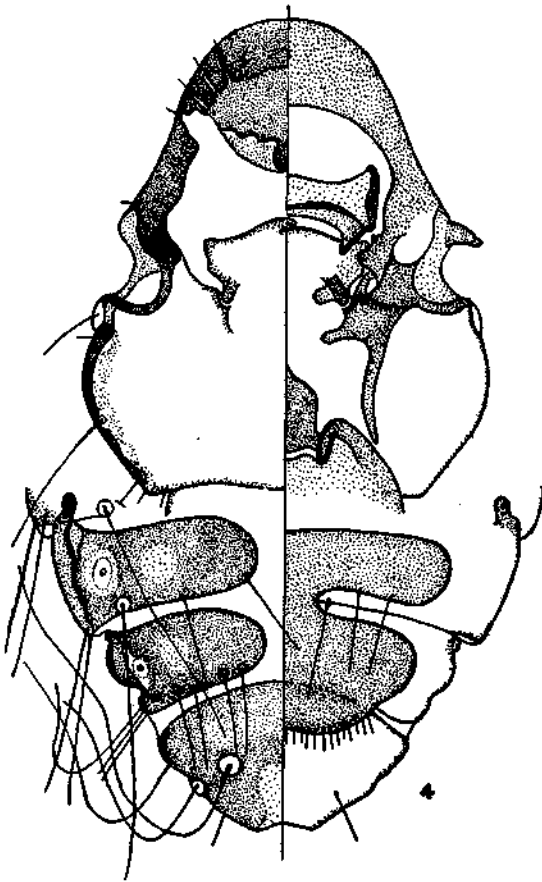


Fig. 4
Cotingacola latigastrea ♀
(Cabeza y punta del abdomen)

El abdomen es más ancho, de forma más ovalada (1.00 por .673 contra 1.00 por .52) mientras que las diversas placas son aparentemente de la misma forma, pero siempre los tergaes más apartados hacia la línea media del abdomen. La quetotaxia entera se asemeja mucho.

Los "canales" que atraviesan la carina pre-marginal son iguales a los de *rupicolae*, pero las "incrassations" de la placa anterior son distintas (corresponde al tipo de la punta de la placa pigmentada), pero se tiene además en ambos lados de esta punta ovalada tres lúnulas que se extienden lateralmente desde la base del óvalo oscuro y encierran manchas hialinas.

No es posible determinar correctamente la afinidad de esta especie con el resto del Grupo A hasta conseguir el macho.

DIMENSIONES DEL TIPO:

	largo	ancho
Cuerpo	1.83	—
Cabeza (a coní)	—	.412
Cabeza (a las sienes) ...	.605	.51
Protórax .....	.217	.305
Terotórax .....	.24	.456
Abdomen	1.00	.673

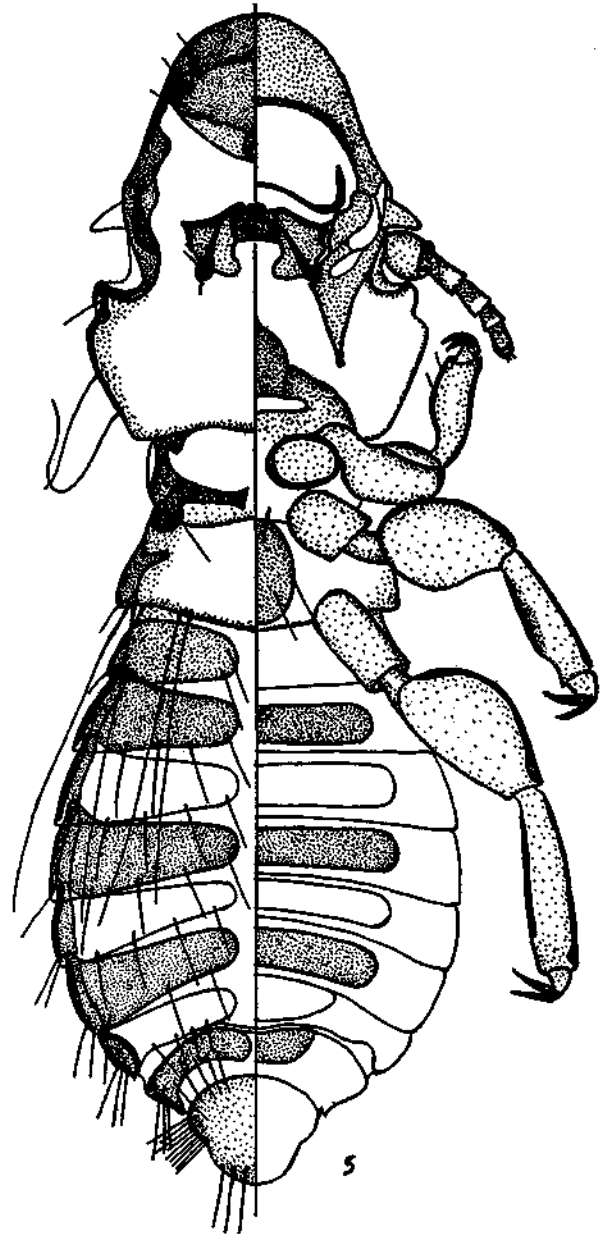


Fig. 5
Cotingacola temporalis ♂
(Cuerpo)

Descripción.—Esta especie del mismo tipo que *rupicolae*, semejante tanto en la estructura general como en el aparato genital, pero es mucho más pequeña en todas las mediciones en ambos sexos. Por ejemplo, la cabeza mide .566 por .467 (coní .328) contra .56 por .44 (coní .35); la hembra mide .566 por .467 (coní .377) contra .61 por .523 (coní .414).

Hay menos diformismo sexual en la forma de la cabeza, aunque ella es más ancha en las sienes de la hembra, pero la "frons" es igual en ambos sexos; las sienes son aplanadas posteriormente como en *rupicolae*.

Hay dos "canales" hialinos en el macho que atraviesan la carina premarginal y tres en la hembra; las "incrassations" de la placa anterior son muy distintas (como las del tipo cuarto descrito al tratar del género), pero las manchas hialinas en ambos lados de la punta de la placa anterior son mucho más grandes en el macho que en la hembra. Las "incrassations" de las sienes en *rupicolae* no existen en el macho de esta especie, pero hay un comienzo de ellas en la hembra (véanse las figuras).

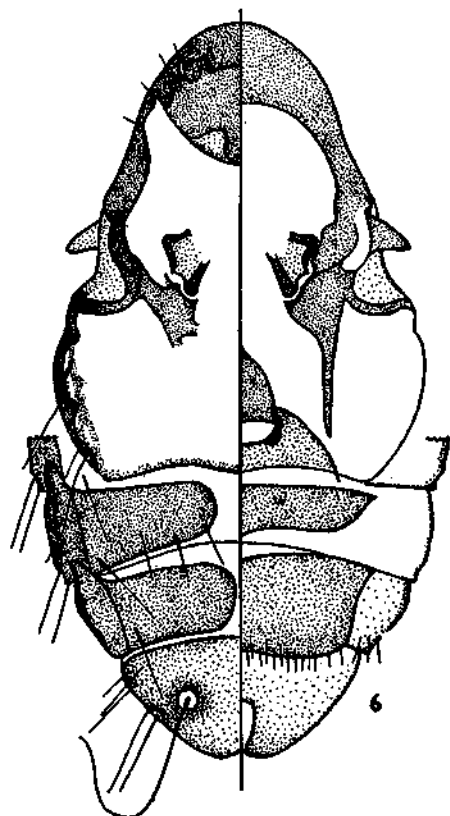


Fig. 6
Cotingacola temporalis ♀
(Cabeza y punta del abdomen)

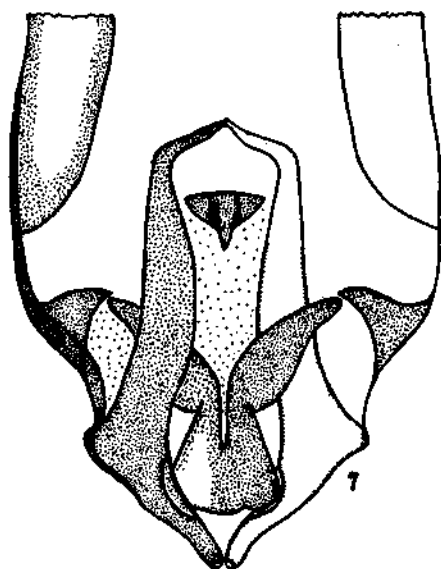


Fig. 7
Cotingacola temporalis
(Aparato genital del ♂)

El margen anterior del protórax y su enlace con la placa golar son también distintos.

El meso-metasternon es más grande y se extiende por casi toda la longitud del terotórax y no presenta parte alguna en forma de U y no existe tampoco el enlace con las "coxae".

Las placas tergaes VII y VIII del macho se dividen por la mitad (enteros en *rupicolae*), y el segmento IX es de forma bastante diferente, y la posición de las cerdas de ese segmento es también diferente (véase figura). La quetataxia en su mayor parte es más corta, exceptuando las cerdas largas del margen posterior del terotórax.

El aparato copulador difiere notablemente en la forma de las parameras, en ausencia de una carina lateral en la endomera y en la presencia de una placa de función desconocida que está colocada entre las puntas apicales de las parameras, las cuales son semejantes a *rupicolae*, torciéndose hacia adentro y llegando hasta la mitad. Esta especie se representa por el ♂ holotipo, la ♀ alotipo y 5 ♂ paratipos.

DIMENSIONES DE LOS TIPOS:

	largo ♂	ancho	largo ♀	ancho
Cuerpo	1.42	—	1.69	—
Cabeza (a coní)....	—	.328	—	.337
Cabeza (a las sienes)	.525	.415	.566	.467
Protórax .....	.195	.27	.185	.282
Terotórax .....	.174	.347	.195	.37
Abdomen .....	.695	.50	.993	.542
Placa basal.....	.39	.12		
Parameras .....	.043	—		
Endomeras .....	.068	.062		

COTINGACOLA LONGICRUCIS sp. nov.

Figuras 8 y 9

Tipo, ♂ adulto, del huésped *Rhytipterna simplex fredrici* (Bangs & Penard), coleccionado por el autor en Santa Ana, Río Coroico, Bolivia, 15 de julio de 1934 (en la colección del autor).

Descripción.—Esta especie se conoce desafortunadamente, por un solo macho, el holotipo, el cual no está en muy buen estado para ser descrito, sin embargo creo que la figura que presento es prácticamente correcta.

Esta es, también, una especie pequeña con el cuerpo más corto que el del *temporalis*, pero cuya cabeza no difiere en sus proporciones, siendo más larga y más angosta .54 por .40 (coní .33) contra .525 por .415 (coní .328).

La placa anterior es mucho más reducida y la forma de la carina premarginal es distinta; las carinas occipitales son más largas y muy delgadas (véase la figura), y el enlace de la placa golar con el protórax es diverso, semejante al de la hembra de *temporalis*.

Las "incrassations" de la placa anterior son las de la sección 4, también bastante vecina a las de *temporalis*. El protórax es muy distinto, los lados casi rectos y fuertemente divergentes; mientras que

los márgenes laterales del terotórax son menos divergentes y la carina marginal continua; el margen posterior es poco anguloso.

Las piernas son muy robustas (el tercer par casi excesivamente), con las "coxae" de forma distinta pues se encorvan por detrás hacia sus extremos internos. La placa genital es excepcionalmente larga, ya que cubre la mayor parte de los segmentos VI hasta IX. Las placas paratergales son bordadas por ambos lados con bandas muy complicadas y fuertemente quitinizadas.

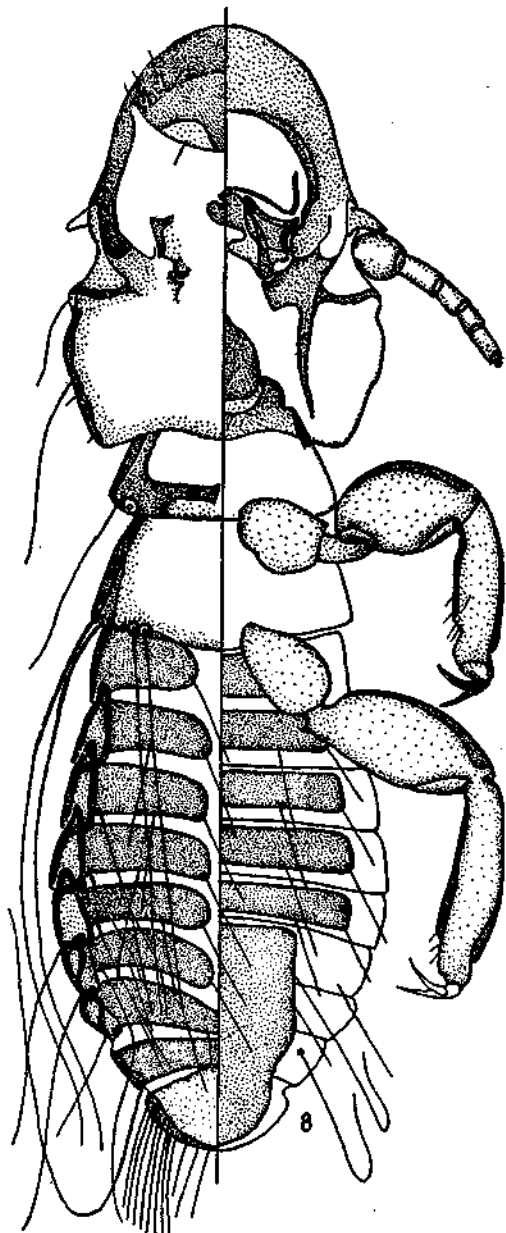


Fig. 8
Cottingicola longicrucis ♀
(Cuerpo)

La quietotaxia, como se ve en el dibujo, probablemente no es completa. Esta especie se reconoce por su tamaño pequeño, cabeza más delgada; placa anterior más corta; segmentos del tórax de otra forma, y por las placas abdominales. El aparato genital se parece al de *rupicolae*, excepto en que las parameras son más delgadas basalmente y más gruesas en los ápices, y también con las bases unidas por una faja quitinosa.

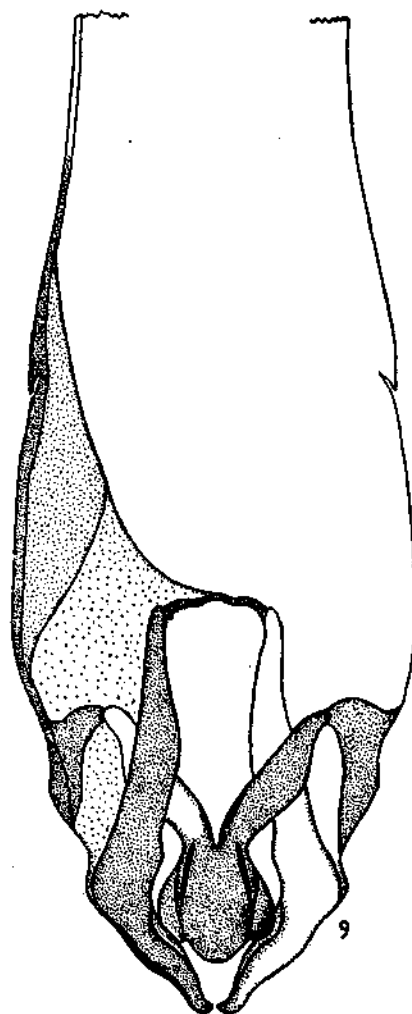


Fig. 9
Cottingicola longicrucis
(Aparato genital del ♂)

DIMENSIONES DEL TIPO:

	largo ♂	ancho
Cuerpo	1.37	—
Cabeza (a coní)	—	.33
Cabeza (a las sienes)....	.54	.40
Protórax .....	.16	.25
Terotórax .....	.174	.33
Abdomen .....	.64	.412
Placa basal.....	.40	.115
Parameras .....	.055	—
Endomeras .....	.108	.075

COTINGACOLA PARMIPAPILLAE sp. nov.

Figura 10

Tipo, ♀ adulto, del huésped *Pyroderus s. scutatus* (Shaw), coleccionado por Plauman en Nueva Teutonia, Matto Grosso, Brasil, 7 de abril, 1940 (en la colección de G. H. E. Hopkins).

Descripción.—Esta especie no se parece a ninguna del grupo A, pero por desgracia el macho es desconocido. Está representada por dos hembras, ambas en mal estado, una con el abdomen mutilado y la otra con una masa de comida indigesta que casi llena el abdomen.

Es fácil reconocerla por la forma grande y triangular de la cabeza, por la "frons" aguda y sienes

aplanadas, con ángulos posterolaterales poco redondeados. Comparada con *C. r. colombiae* tenemos las siguientes medidas (cabeza .62 por .52 (coni .42) contra .58 por .445 (coni .358).

Los segmentos torácicos son semejantes en tamaño a los de *colombiana*, pero los lados de terotórax son muy rectos y el margen posterior fuertemente angulado.

El abdomen es menos largo y más ancho (.995 por .575 contra 1.00 por .52). No fue posible di-

bujar correctamente las placas esternales del abdomen. El segmento IX es extraordinariamente largo y con su punta bifurcada más hondamente que en las otras especies. La forma de la placa genital, como está dibujada puede ser incorrecta, pero sus pelos sí están perfectamente representados. Hay apenas dos "canales" que atraviesan la carina pre-marginal, y la placa anterior es uniformemente pigmentada, con excepción de la punta redondeada y fuertemente quitinizada. El género no tiene otra especie conocida cuya placa anterior sea semejante a la de la presente.

DIMENSIONES DEL TIPO:

	largo	ancho
Cuerpo	1.82	—
Cabeza (a coní)	—	.42
Cabeza (a las sienes)....	.625	.52
Protórax .....	.195	.282
Terotórax .....	.23	.395
Abdomen .....	.955	.575

El Grupo B

Este Grupo incluye las especies de cabezas larga y delgada, y de abdomen delgado.

COTINGACOLA TERGALIS sp. nov.

Figuras 11, 12 y 13

Tipos ♂ y ♀ adultos, del huésped *Pipreola a. aureopectus* (Lafresnaye), coleccionado por el autor en La Palmita, Santander N., Colombia, el 23 de Agosto, 1916 (en la colección del autor).

Descripción.—La especie es típica del Grupo B, cuyos integrantes poseen la cabeza más larga, con los márgenes laterales más paralelos; el abdomen es más delgado, las placas tergaes cuadrangulares y las paratergaes con las "cabezas" muy largas tanto que se extienden por debajo del segmento anterior hasta su mitad; también el tipo de aparato copulador es totalmente distinto.

La carina pre-marginal es entera como en el resto del género, y la carina dorsal más angosta y más fuertemente pigmentada que la carina esternal; la placa anterior es más reducida que en el Grupo A y no alcanza hasta la mitad del espacio entre las puntas de las mandíbulas y las emarginaciones de la carina pre-marginal.

Las "incrassations" de la placa anterior consisten solamente en una línea ondulada de color obscuro que cruza la parte posterior de la placa. La orilla anterior de esta línea es más obscura y el resto de la placa más pálido. Los "clavi" son diminutos y delgados, apenas visibles en algunos especímenes; la antena igual en los dos sexos, con el segmento segundo más largo y el cuarto más corto. El cuerpo, en general, no es fuertemente pigmentado, los tergaes y esternales del abdomen bastante pálidos, pero algo de esta palidez puede ser el resultado de excesivo aclaramiento.

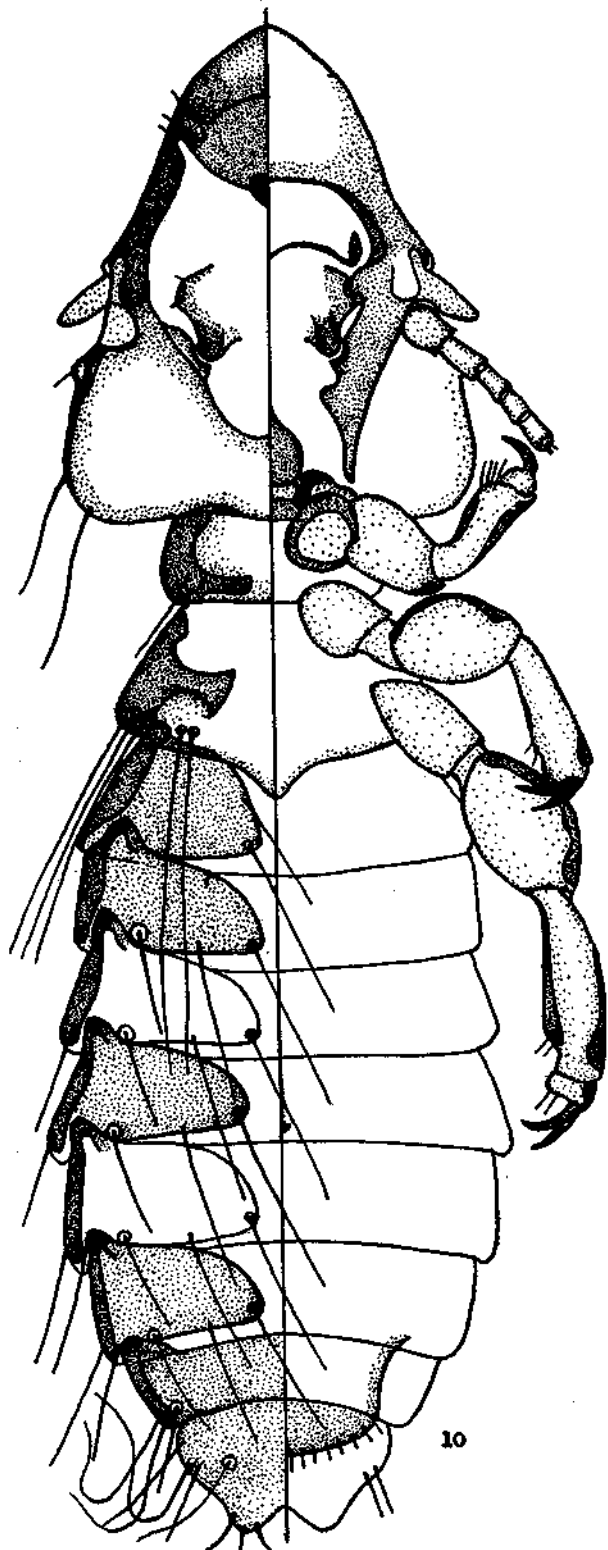


Fig. 10
Cotingacola parmipapillae ♀
(Cuerpo)

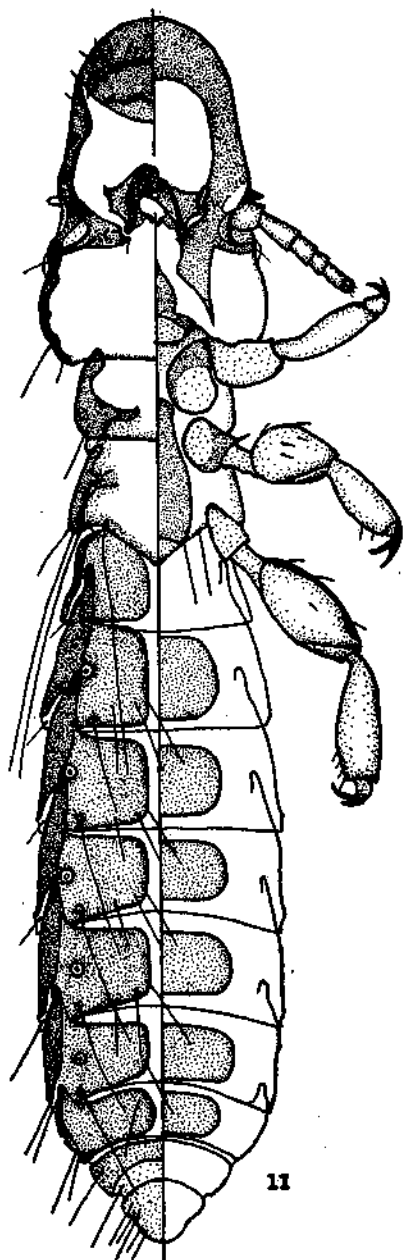


Fig. 11
Cotingacola tergalis ♂
(Cuerpo)

La hembra muestra únicamente ocho segmentos abdominales mientras que en el macho siempre hay nueve claramente visibles, el noveno pequeño y redondeado por el ápice. La quetotaxia difiere considerablemente de la de los machos conocidos del Grupo A; existen sólo desde tres hasta cinco pelos cortos en ambos lados del segmento noveno. La quetotaxia, en su totalidad, es corta y esparcida, con 4 cerdas en el borde posterior de las placas tergaes II hasta VI pero ninguna en las esternales. El último segmento abdominal de la hembra es mucho más ancho que largo, con márgenes onduladas y la punta levemente bipartida. La placa genital no alcanza hasta el segmento VIII; termina cerca al margen posterior del VII y se ve orlada por el margen posterior de los pelillos ordinarios.

Existen sólo tres cerdas en cada lado del margen posterior del terotórax del macho, un par cerca al

ángulo lateral y una sola más adentro (véase fig.) pero la hembra posee los dos pares, como es lo ordinario.

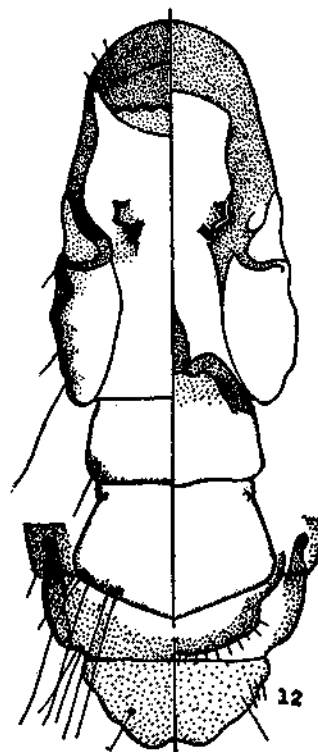


Fig. 12
Cotingacola tergalis ♀
(Cabeza, tórax y punta del abdomen)

El aparato copulador es muy parecido al del *Trogonirmus*. Las parameras son menudas y forman una continuación de las márgenes de la placa basal, doblando hacia adentro y con las puntas reunidas atrás de la endomera. Sin embargo, en la figura que presento, la paramera izquierda muestra una colocación que he visto con frecuencia; la porción del ápice se tuerce para adentro y queda recostado a lo largo de la endomera. También en algunos casos se encuentran en el mismo sitio que muestra la figura, de *foramina*. La endomera consiste en dos partes, una placa en medio con alas laterales que se extiende diagonalmente para atrás, con las puntas ligadas con el margen interno de la placa basal (véase figura). Encima de la placa de en medio hay una "sclerite" de figura extraordinaria, el cual es posiblemente el pene.

La especie se representa únicamente por el ♂ holotipo y ♀ alotipo.

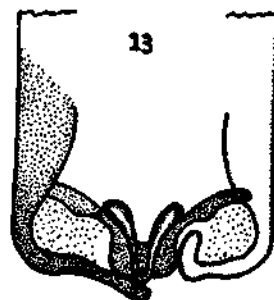


Fig. 13
Cotingacola tergalis
(Aparato genital del ♂)

DIMENSIONES DE LOS TIPOS:

	largo ♂	ancho	largo ♀	ancho
Cuerpo	1.50	—	1.84	—
Cabeza (a coní)....	—	.25	—	.27
Cabeza (a las sienes)	.445	.293	.477	.314
Protórax .....	.13	.205	.15	.205
Terotórax .....	.163	.23	.185	.25
Abdomen .....	.89	.314	1.16	.38
Placa basal.....	.135	.07		
Parameras .....	.04	—		
Endomeras .....	.03	.046		

COTINGACOLA FORAMINA sp. nov.

Figuras 14, 15 y 16

Tipos, ♂ y ♀ adultos, del huésped *Pipreola intermedia signata* (Hellmayr), coleccionado por el autor en Sandillani, Bolivia, 13 de Diciembre, 1934 (en la colección del autor).

Descripción.—Parecida al *tergalis* en apariencia y estructura pero se difiere por muchos detalles pequeños.

La cabeza es más ancha en ambos sexos; pro y terotórax son más amplios y el abdomen es más corto y más ancho en ambos sexos.

Las carinas premarginales dorsales y "nodus" preantenal, son más anchas; la placa anterior es reducida y las "incrassations" del macho consisten en 6 perforaciones hialinas y redondeadas, en ambos lados de la parte posterior, mientras que la hembra tiene apenas 4 en cada lado. La hembra posee un "canal" hialino que atraviesa la carina premarginal por detrás de la emarginación, y dos

"canales" largos y dos cortos en frente de ella, todos con pelillos en su terminación. Los "coní" son diminutos y las antenas iguales a las de *tergalis*. La formación de las placas abdominales es muy semejante a las de *tergalis* con excepción de los segmentos en el ápice del abdomen y la placa genital de la hembra. El segmento noveno del macho es pequeño y de forma de medio óvalo con tres pelillos visibles en cada lado. El último segmento caudal de la hembra es más grande que la de *tergalis*, con los márgenes laterales convexos y con la punta levemente bipartida. La placa genital (es-ternal) tapa la tercera parte delantera del segmento VIII.

El aparato genital del macho es semejante al de *tergalis*, excepción hecha de las parameras que son más gruesas, la placa endomeral y las alas laterales más anchas, y el pequeño aparato de en medio (el pene?) de forma bastante distinta (véase la figura). La especie se representa por el ♂ holotipo, la ♀ alotipo y 1 ♀ paratipo.

DIMENSIONES DE LOS TIPOS:

	largo ♂	ancho	largo ♀	ancho
Cuerpo	1.48	—	1.72	—
Cabeza (a coní)....	—	.29	—	.305
Cabeza (a las sienes)	.44	.324	.467	.35
Protórax .....	.14	.217	.152	.24
Terotórax .....	.163	.25	.195	.282
Abdomen .....	.857	.347	1.04	.40
Placa basal.....	.07(?)	.07		
Parameras .....	.04	—		
Endomeras .....	.03	.036		

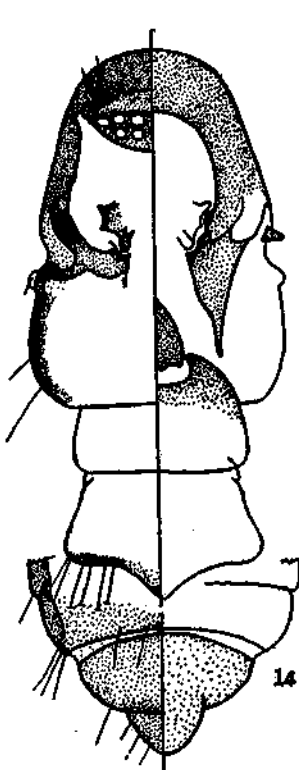


Fig. 14

Cotingacola foramina ♂
(Cabeza, tórax y punta del abdomen)

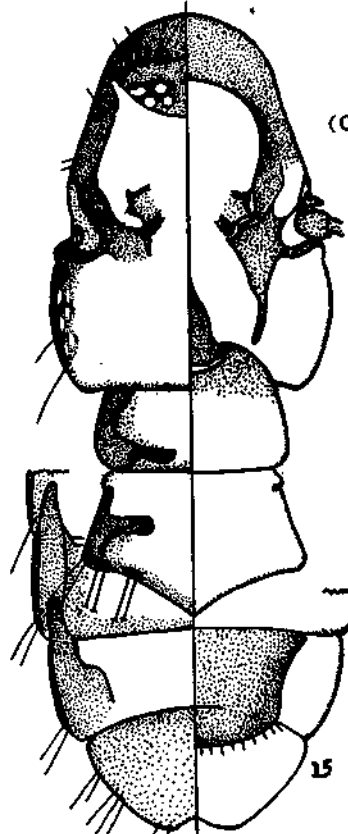


Fig. 15
Cotingacola foramina ♀
(Cabeza, tórax y punta del abdomen)

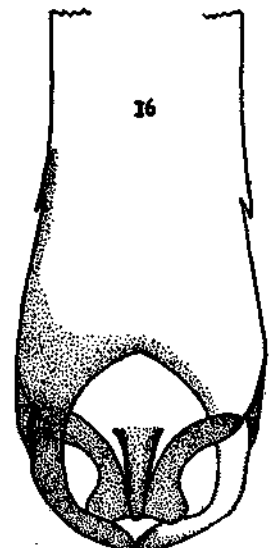


Fig. 16
Cotingacola foramina
(Aparato genital del ♂)

COTINGACOLA GRACILIS sp. nov.

Figuras 17 y 18

Tipo, ♂ adulto, del huésped *Cephalopterus ♂ ornatus* Geoffroy Saint-hilaire, coleccionado por el autor en Santa Ana, Río Coroico, Bolivia, 18 de Julio, 1934 (en la colección del autor).

Descripción.—No se puede describir esta especie satisfactoriamente sin tener la hembra, que es desconocida. Sin embargo, la presente es típica del Grupo B, con la forma del abdomen igual de *tergalis* y la misma forma rectangular de los tergales, pero las "cabezas" de los paratergales son más cortas. La forma de la cabeza se parece mucho a la de la hembra de *dimorpha* (descrita más adelante) con la excepción de la "frons", la cual es más ancha y menos aguda en *gracilis*. Posee el mismo tipo de engrosamientos "incrassations" de la hembra de *dimorpha*, pero el "pulvinus" está fuertemente desarrollado, aun para este género. Las carinas occipitales son de una forma curiosa, con

un ramal agudo extendiéndose interiormente un poco atrás de la articulación posterior de las mandíbulas. También la parte posterior de esas carinas es delgada y corta.

El tórax es similar al del macho de *dimorpha*. El segmento VIII del abdomen carece de la faja fuertemente pigmentada que atraviesa la parte anterior que se halla en *tergalis*, mientras que el segmento IX es más o menos de la misma forma que en *dimorpha* con quetotaxia similar pero más corta.

El aparato copulador es enteramente distinto al de todos los de los machos de las especies conocidas de este género, aunque es del tipo encontrado generalmente en el Grupo B. Las parameras poseen unas prolongaciones en el margen interno de forma triangular que encierran la placa endomerale, la cual carece por completo de las alas laterales (véase figura). El pene es largo y delgado, similar al de *dimorpha*, pero mucho más delgado y careciendo de base hinchada. La especie se conoce por el ♂ holotipo y 1 ♂ paratipo.

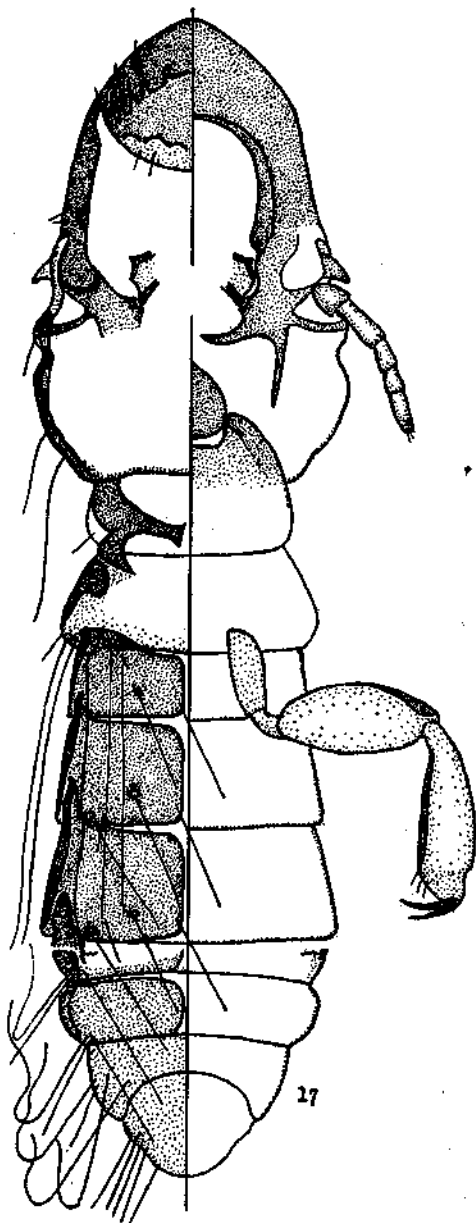


Fig. 17
Cotingacola gracilis ♂
(Cabeza, tórax y segmentos I-III y VII-IX)

DIMENSIONES DEL TIPO:

	largo	ancho
Cuerpo	1.76	—
Cabeza (a coní)	—	.347
Cabeza (a las sienes)....	.564	.39
Protórax .....	.163	.25
Terótórax .....	.174	.314
Abdomen	1.03	.37
Placa basal.....	.32	.09
Parameras	—	—
Endomeras .....	.056	.02

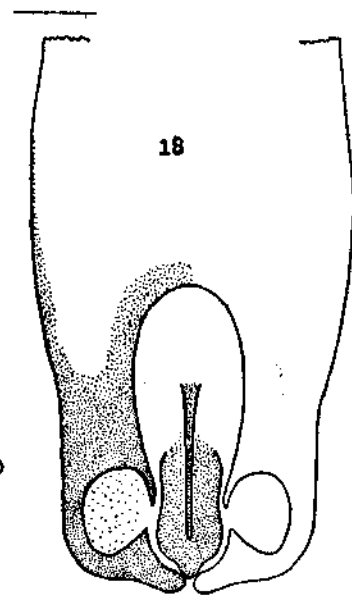


Fig. 18
Cotingacola gracilis
(Aparato genital del ♂)

COTINGACOLA, DIMORPHA sp. nov.

Figuras 19, 20, 21 y 33

Tipos, ♂ y ♀ adultos del huésped *Procnias tricarunculata* (J. & E. Verreaux), coleccionado por el autor en Guapiles, Costa Rica, en Marzo, 1903 (en la colección del autor).

Descripción.—Esta especie se reconoce fácilmente por la gran cantidad de caracteres dimórficos sexua-

les de la cabeza y tórax, la cabeza del macho es larga y angosta a nivel de las sienas (.52 por .32 (coni .28) mientras que la de la hembra es mucho más ancha a nivel de las sienas y los "coni", también con la "frons" más aguda .575 por .40 (coni 337). El tórax del macho es más pequeño (protórax del ♂ : .15 por .228; de la ♀, .185 por .27; terotórax del ♂, .152 por .287; de la ♀, .163 por .347). Los márgenes del terotórax del macho son mucho más divergentes y los márgenes posteriores de ambos segmentos son ligeramente convexos.

El abdomen es mucho más ancho que los de las especies *tergalis* y *foramina* y en ese sentido se aproxima la forma del abdomen a la del Grupo A. Las placas tergaes son mucho más separadas en medio que las de *tergalis* con los extremos internos redondeados, aunque anchos como los de *tergalis* casi llenando los segmentos: las placas esternales también se parecen a las de *tergalis*. Las "cabezas" de las paratergales son mucho más cortas que las de *tergalis* y *foramina*, aproximándose así en este carácter a las especies del Grupo A.

El segmento VIII de la hembra es mucho más reducido que el de *tergalis*, con la quetotaxia distinta, asemejándose más bien por estos caracteres a la especie *parmipappilae* del Grupo A. El segmento terminal del abdomen del macho es más amplio que en *tergalis* y con la quetotaxia también difiere de la de *tergalis* y el Grupo A (véase fig.).

El aparato genital es del tipo similar al Grupo B, con la endomera de forma distinta, y con el pene largo y grueso. Representado por el ♂ holotipo, ♀ alotipo y 1 ♂ y 2 ♀ paratipos.

DIMENSIONES DE LOS TIPOS:

	largo ♂	ancho	largo ♀	ancho
Cuerpo	1.55	—	1.82	—
Cabeza (a coní)....	—	.282	—	.337
Cabeza (a las sienas)	.52	.324	.575	.40
Protórax .....	.152	.228	.185	.27
Terotórax .....	.152	.287	.163	.347
Abdomen .....	.87	.37	1.065	.454
Placa basal.....	.31	.098		
Endomeras .....	.076	.065		

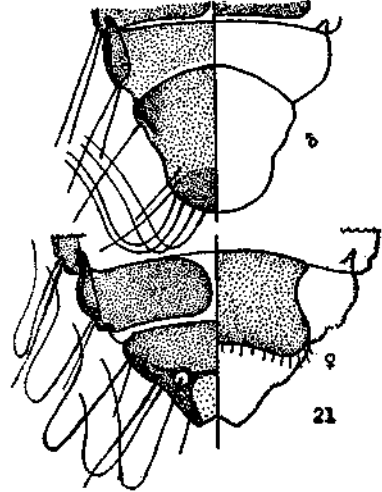


Fig. 21
Cotingacola dimorpha ♂ y ♀
(Punta de los abdómenes)

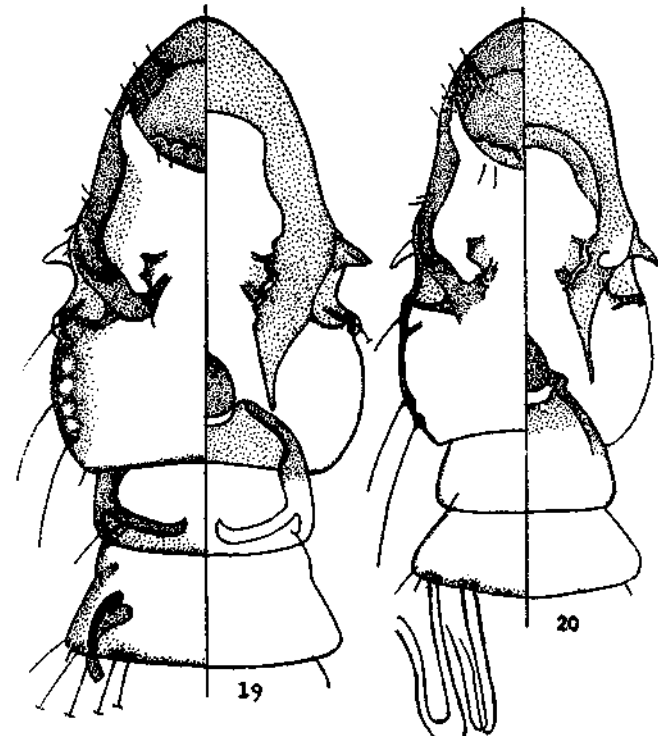


Fig. 19
Cotingacola dimorpha ♂
(Cabeza y tórax)

Fig. 20
Cotingacola dimorpha ♀
(Cabeza y tórax)

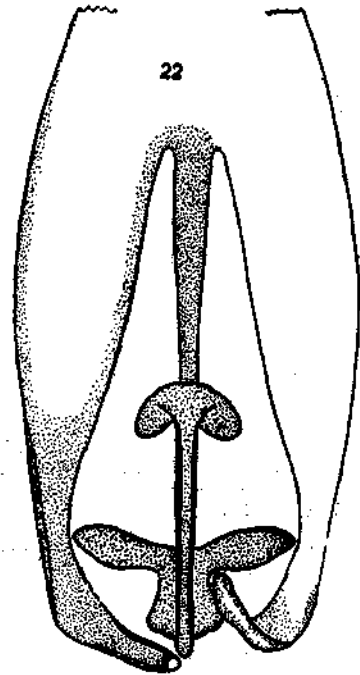


Fig. 22
Cotingacola dimorpha
(Aparato genital del ♂)

COTINGACOLA GRACILIGASTRA sp. nov.

Figuras 23 y 24

Tipo, ♂ adulto del huésped *Pipreola arcuata* (Lafresnaye), coleccionado por el autor en Las Quiguas (cerca de Puerto Cabello), Venezuela, 17 de septiembre, 1910 (en la colección del autor).

Descripción.—Conocido únicamente por el macho holotipo, de manera que es difícil reconocer sus afinidades con las otras especies del Grupo B. Es del mismo tipo que *tergalis*, especialmente la cabeza, aunque la forma del abdomen y las placas abdominales son más parecidas a las de *foramina*, las placas paratergales, siendo muy largas, con las “cabezas” de ellas desde el segmento II hasta el IV excediendo la mitad del segmento próximo delantero.

(véase figura de *tergalis*) y la placa tergal VII es entera, sin dividirse en medialmente. Hay también dos pares de cerdas largas en el margen posterior del terotórax, en lugar de tres cerdas, como en *tergalis*.

El aparato copulador es también distinto al del *tergalis* y las demás especies del Grupo B, como se ve claramente en las figuras presentadas.

DIMENSIONES DEL HOLOTIPO:

	largo	ancho
Cuerpo	1.57	—
Cabeza (a coní)	—	.285
Cabeza (a las sienes)....	.46	.328
Protórax .....	.15	.225
Terotórax .....	.163	.27
Abdomen .....	.92	.347
Placa basal.....	.23	.07
Parameras .....	.04	—
Endomeras .....	.036	.046

COTINGACOLA ACUTICEPS sp. nov.

Figuras 25, 26 y 27

Tipo, ♂ adulto, del huésped *Pipreola a. aureopectus* (Lafresnaye), coleccionado por el autor en La Palmita, Santander N., Colombia, 23 de Agosto, 1916 (en la colección del autor).

Descripción.—La especie se conoce por un solo macho, el holotipo, el cual no se parece a ninguno de los machos conocidos de este género. La cabeza es extremadamente larga y delgada, adelgazándose hacia la “frons” la cual tiene figura de punta redondeada. Las carinas de la cabeza son angostas todas,

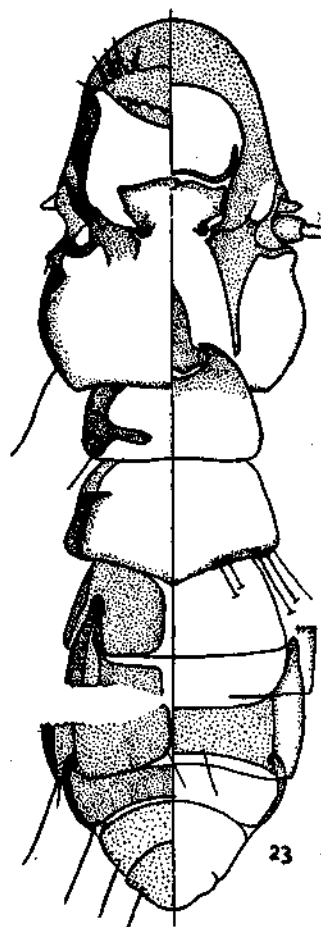


Fig. 23
Cotingacola graciligastra ♂
(Cabeza, tórax y segmentos abdominales I y VI-IX)

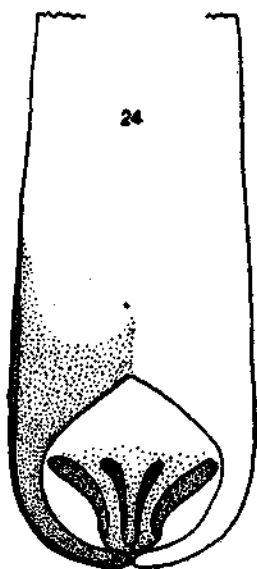


Fig. 24
Cotingacola graciligastra
(Aparato genital del ♂)

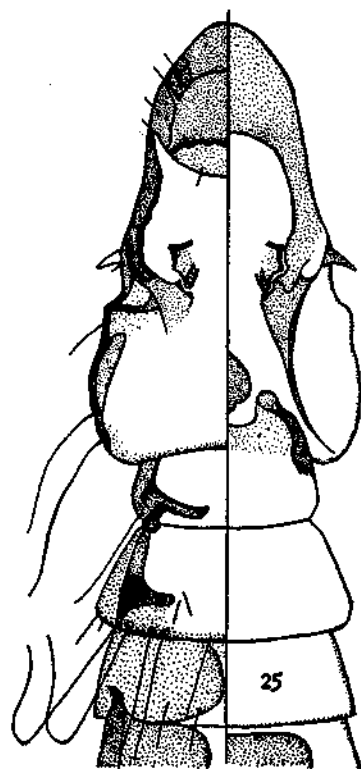


Fig. 25
Cotingacola acuticeps ♂
(Cabeza, tórax y segmentos abdominales I y II)

La cabeza es un poco más larga y mucho más ancha con relación a su longitud que la de *tergalis* .46 por .328 (coní .285) en vez de .445 por .293 (coní .25). El protórax es más amplio que el de *tergalis*, con terotórax más ancho; el abdomen también es más largo y más ancho.

Las carinas premarginales de la cabeza son más anchas, tanto las dorsales como las externas; existen tres “canales” largos y uno corto que atraviesan la carina premarginal, mientras que en *tergalis* no hay sino dos canales largos: los engrosamientos (“incrassations”) de la placa anterior son muy semejantes a los de *tergalis*; la placa gular y el margen anterior del protórax son también distintos de los de *tergalis*; por desgracia el esternón no es visible, debido a la presencia de materia externa pero las carinas del margen del terotórax son muy diferentes. Los segmentos VIII y IX son de forma más o meno similar a los de *tergalis*, pero la especie presente carece de la banda quitinizada que encierra el margen anterior del segmento VIII

con la porción de la carina premarginal que encierra la placa anterior poco pigmentada, en contraste con la porción posterior y las otras carinas cefálicas.

La placa anterior es larga, pero levemente pigmentada aún más pálida que la porción anterior de la carina premarginal; los engrosamientos ("incrasations"), consisten en una línea ondulada de forma medio curva que atraviesa la placa anterior (poco visible en el tipo, estando escondida por materia externa). El "pulvinus" es grande. Los segmentos torácicos se parecen por su forma a los de *dimorpha* pero las carinas que sostienen las coxae son diferentes.

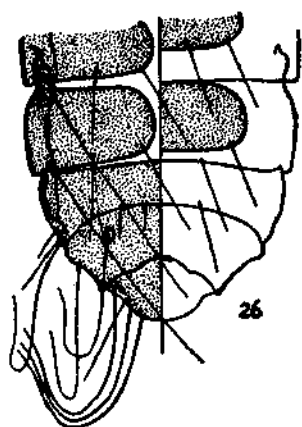


Fig. 26
Cotingacola acuticeps ♂
(Punta del abdomen)

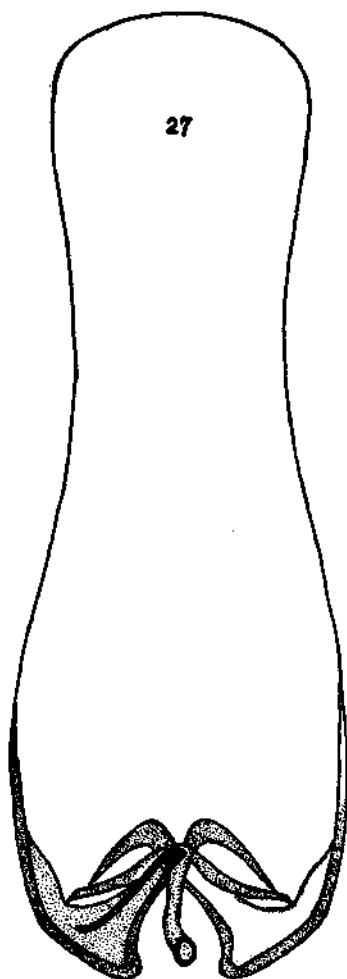


Fig. 27
Cotingacola acuticeps
(Aparato genital del ♂)

El abdomen no es largo y delgado como el de *tergalis*, sino más corto y más ancho, muy similar al de *dimorpha*; los tergaes son anchos, llenando los segmentos y con el interespacio medial angosto; también difiere por tener las extremidades internas redondeadas, no rectas como las de *tergalis*; los paratergaes definitivamente son del tipo del Grupo A, con las "cabezas" cortas, agudas y encorvadas al revés. El segmento IX es pequeño, algo parecido al de *tergalis* pero con la quetotaxia similar a *dimorpha*.

El aparato genital del macho es enteramente diferente. Las parameras son hinchadas en la parte media, con las márgenes fuertemente quitinizadas y con la mitad del ápice doblada hacia atrás por encima de la endomera (véase figura). Esta posición es sin duda normal, cuando están en descanso. Las plaquitas de la endomera también son muy pecu-

liares. Hay una faja levemente arqueada que atraviesa la placa basal, cuyas puntas agudas están adheridas a la margen interna de la parte basal de las parameras. Esta faja arqueada es la estructura que sostiene el gran pene, el cual tiene también fajas largas arqueándose en su base hacia atrás hasta las puntas de la faja larga.

No he visto otro aparato genital semejante.

DIMENSIONES DEL HOLOTIPO:

	largo ♂	ancho
Cuerpo	1.56	—
Cabeza (a coní).....	—	.26
Cabeza (a las sienes)....	.52	.337
Protórax .....	.163	.24
Terotórax .....	.15	.325
Abdomen .....	.87	.38
Placa basal.....	.26	.097
Endomeras .....	.036	0.66

COTINGACOLA TITYRA SP. NOV.

Figura 28

Tipo, ♀ adulto, del huésped *Tityra inquisitor buckleyi* Salvin & Godman, coleccionado por el autor

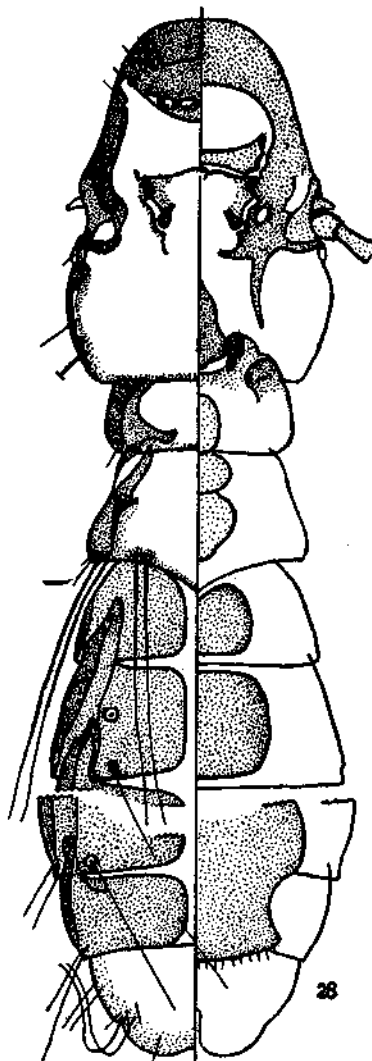


Fig. 28
Cotingacola tityras ♀
(Cabeza, tórax y segmentos abdominales I-III y VI-VIII)

en Puerto Venecia, Caquetá, Colombia, 5 de Junio, 1952 (en la colección del Mus. Nac. U. S. A.).

Descripción.—La especie es conocida por una sola hembra, el holotipo, y no es posible hacer una comparación completa con otras especies del género sin tener el macho. Sin embargo parece ser más similar a la especie *foramina* por la forma de la cabeza y el cuerpo, aunque éste es más pequeño en todas sus dimensiones, exceptuando el abdomen (1.02 por .41 versus 1.04 por .40); la cabeza es más angosta a nivel de las sienas en *tityra*, pero menos estrecha en los "coni", y la "frons" es más aplanada. La porción de la carina premarginal que encierra la placa anterior es mucho menos pigmentada que la parte situada detrás de las emarginaciones así como las demás "endocarinae". Los engrasamientos ("incrasations") de la placa anterior consisten en tres líneas dispuestas en ambos lados, en forma de media luna, las cuales encierran un espacio más pálido. El "pulvinus" es bien desarrollado aunque no tanto como en las especies del Grupo A. Las carinas marginales del terotórax son de una forma distinta así como también la margen anterior del protórax. Las placas esternales del tórax no son de tipo común, como se puede juzgar por la figura adjunta, consisten en tres plaquitas más o menos ovaladas e hialinas. Estas son muy distintas a las de *tergalis*, las cuales consisten en una sola placa larga y ligeramente pigmentada. Por desgracia las placas esternales del tórax únicamente son visibles en esta especie y en *tergalis*.

La placa genital parece igual a la de *foramina* pero no es visible en su totalidad. La quetotaxia del segmento VIII también es distinta a las de las otras hembras del Grupo B.

DIMENSIONES DEL HOLOTIPO:

	largo y ancho	
Cuerpo	1.63	—
Cabeza (a coní).....	—	.29
Cabeza (a las sienas)....	.436	.326
Protórax .....	.14	.228
Terotórax .....	.17	.263
Abdomen	1.02	.41

NOTA

Todas las dimensiones se expresan en milímetros y fueron hechas con un micrómetro ocular de microscopio correctamente ajustado. El largo de la cabeza se calcula siempre de la parte posterior de las sienas hasta la frente ("frons") y no de la margen occipital cuando esta margen está recortada. El largo de los segmentos torácicos es el total del segmento, aunque se halle cubierto por otro y nunca la margen expuesta.

En algunos casos los dibujos del cuerpo entero fueron suprimidos para economizar tiempo y costo. Todos los dibujos fueron hechos por el autor y la forma y tamaño son matemáticamente correctos, ya que todos los detalles fueron medidos exactamente con el microscopio y micrómetro. No se empleó la cámara lúcida.

Me es grato en esta oportunidad manifestar mi agradecimiento al señor Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias por el privilegio de publicar esta contribución científica en la Revista de la Corporación.

ABSTRACT

The autor gives a complete history of the Mallophaga previously known from the avian family Cotingidae, which consist of two species of Menoponidae and five of Philopteridae, all described formerly by him.

A new genus is erected for a considerable group of *Philopteridae*, a part of which are apparently rather closely related to the genus *Trogonirmus* found exclusively on the family *Trogonidae*.

The new genus *Cotingacola* contains 12 new species and 1 new subspecies, divided into two groups (A and B), conforming to the general shape of *Philopteridae*, a part of which are apparently been included in the new genus.

SITUACION GEOLOGICA DE LAS MINAS DE ESMERALDAS DE MUZO, BOYACA

HANS BÜRGL

CONDICIONES GEOLOGICAS DE LAS MINAS DE ESMERALDAS DE MUZO, BOYACA

RESUMEN

Las famosas minas de esmeraldas de Muzo, Departamento de Boyacá, están localizadas en una serie bastante uniforme de esquistos negros, que presentan muchas dislocaciones e irregularidades locales, de tal manera que a veces resulta muy difícil reconocer su buzamiento y su posición normal o invertida. Por medio de fósiles relativamente mal conservados, pero sin embargo bien decisivos, fue posible reconocer esta secuencia de pisos:

Albiano Superior	1.280 m
Albiano Medio alto	1.240 m
Albiano Medio bajo	600 m
Albiano Inferior	230 m
Aptiano Superior	1.300 m
Barremiano (y Aptiano Inferior?)	300 m
Hauteriviano más de	150 m

La serie desde el Hauteriviano hasta el Albiano Inferior está desarrollada al Este del Río Minero, formando allí el anticlinal estrecho de Muzo y subiendo nuevamente hacia este río. En el Oeste del mismo río, en contraste, el Albiano Medio y Superior forman un anticlinal muy amplio (anticlinal de Itoco) en cuyo eje están las minas de esmeraldas. El contacto entre los conjuntos al Este y al Oeste del Río Minero representa una falla (inversa?) con un desplazamiento de unos 5.000 m, la cual tiene una dirección NNE-SSW. Probablemente la región está atravesada también por fallas menores en dirección de NW-SE, de las cuales fue observada una en la vecindad de las minas de esmeraldas.

No se puede juzgar aún en qué extensión los factores estratigráficos y tectónicos influenciaron la formación de las esmeraldas. Pero a este respecto llama particularmente la atención el hundimiento enorme que sufrió la región durante el Albiano Medio bajo, en cuyos depósitos se consiguen las esmeraldas, así como también en los períodos subsiguientes.

SUMMARY

The world renowned emerald mines of Muzo in the Department of Boyaca are situated within a rather uniform series of black shales, which frequently present local dislocations and irregularities. These disturbances render it sometimes difficult to recognize the dip of the true position (normal or inverted) of the beds. With the aid of rather badly preserved but, nevertheless, sufficiently decisive fossils and by comparison with neighbouring regions it was possible to recognize the following stratigraphical sequence:

Upper Albanian	1.280 m
higher Middle Albanian	1.240 m
lower Middle Albanian	600 m
Lower Albanian	230 m
Upper Aptian	1.300 m
Barremian (and Lower Aptian?)	300 m
Hauterivian more than	150 m

The sequence from the Hauterivian up to the Lower Albanian is developed east of the Minero river, forms there

the narrow Muzo anticline and rises then again toward this river. West of the Minero river, in contrast, only Middle and Upper Albanian beds are to be found, forming the wide anticline of Itoco, in the core of which the emerald mines are situated. The contact between the stratigraphical units east and west of the Minero river is a NNE-SSW trending (revers?) fault with some 5.000 m. of vertical displacement. It is likely that the region is also crossed by NW-SE trending minor faults; one of them has been observed in the immediate neighbourhood of the emerald mines.

At the present stage of our knowledge it is difficult to evaluate how far these stratigraphical and structural conditions are related to the origin of the Muzo emeralds which occur in lower Middle Albanian shales. However, in this connection attention is called to the enormous subsidence which this portion of the basin suffered during lower Middle Albanian times and during the subsequent stages.

ZUSAMMENFASSUNG

Die weltberühmten Smaragdminen von Muzo im Departamento Boyaca liegen in einer recht einförmigen Serie schwarzer Schiefer, die vielfache lokale Störungen und Komplikationen aufweisen und es oft sehr schwer machen, Hangendes und Liegendes zu unterscheiden und das regionale Einfallen der Schichten zu erkennen. Mittels verhältnismässig dürftig erhaltener, doch immerhin eindeutiger Fossilfunde und auf Grund von Vergleichen mit benachbarten Gebieten war es möglich, folgende Schichtfolge zu erkennen:

Ober-Alb	1.280 m
höheres Mittel-Alb	1.240 m
tieferes Mittel-Alb	600 m
Unter-Alb	230 m
Ober-Apt	1.300 m
Barrême (und Unter-Apt?)	300 m
Hauterive mehr als	150 m

Die Serie vom Hauterive bis zum Unter-Alb ist im Osten des Minero-Flusses entwickelt und bildet dort die enge Antiklinale von Muzo, um dann gegen diesen Fluss zu wieder anzusteigen. Im Westen des Minero-Flusses hingegen bilden das Mittel- und Ober-Alb eine weitgespannte Antiklinale (Antiklinale von Itoco), in deren Scheitelzone die Smaragdminen liegen. Der Kontakt zwischen den im Westen und im Osten des Minero-Flusses liegenden Schichtpaketen ist eine NNE-SSW streichende (revers einfallende?) Bruchzone mit rund 5.000 m Sprunghöhe. Vermutlich ist das Gebiet auch von kleineren NW-SE streichenden normalen Brüchen gequert, von denen einer in unmittelbarer Nähe der Smaragdminen beobachtet wurde.

Inwiefern diese stratigraphischen und strukturellen Verhältnisse die Smaragdbildung beeinflussten, lässt sich vor derhand nicht beurteilen. Doch wird in diesem Zusammenhang besonders auf die enorme Absenkung verwiesen, die dieser Beckentell während des frühen Mittel-Alb, in dessen Ablagerungen die Smaragde liegen, und während der unmittelbar darauffolgenden Zeiträume erlitt.

INTRODUCCION

El presente informe es el resultado de una investigación geológica terrestre practicada en la zona de las minas de esmeraldas de Muzo a solicitud del Banco de la República y por disposición del Ministerio de Minas y Petróleos. La comisión, integrada por el suscrito y el Preparador señor Rómulo García, se llevó a cabo desde el 19 hasta el 28 de agosto de 1954.

La finalidad del estudio consistió en establecer las bases paleontológicas, estratigráficas y tectónicas del yacimiento, primer requisito para poder juzgar de la distribución de las vetas esmeraldíferas y de la extensión de la explotación.

En esta tarea se emplearon cinco días de exploración en los alrededores de la mina, así: hacia el Norte hasta el Alto del Perú; hacia el Suroeste hasta Quipama; hacia el Sur hasta el Sorque y hacia el Este hasta el río Minero. Tres días se emplearon en levantar geológicamente la carretera Muzo-puente sobre el Río Minero con brújula y cinta. Como complemento se investigó la geología entre las poblaciones de Muzo y Coper.

Los fósiles recolectados en esta ocasión y determinados por el suscrito, quedaron depositados en el Museo Geológico Nacional.

Los estudios en los alrededores de la mina tuvieron el eficaz apoyo del Coronel Arias Cortés, Administrador de la mina de Muzo, y además del doctor Roberto Cardona Duque en cuanto a la mina misma. Expresamos a ambos señores nuestros sinceros agradecimientos.

Agradecemos también el apoyo de la Sección de Fotogeología, particularmente al Geólogo Ingeniero Jaime Torrès, quien preparó, según las fotografías aéreas del Instituto Geográfico de Colombia, las bases topográficas del croquis geológico y de la sección geológica que presentamos en la plancha I.

ESTRATIGRAFIA

Notas generales

En muchos sitios de la Cordillera Oriental es posible subdividir las capas según sus características litológicas y reconocer su posición relativa por la observación directa del buzamiento. Existen además horizontes de guía que se pueden seguir a larga distancia.

En la región estudiada que es muy accidentada, sólo se encuentran estratos de guía en la periferia. Son éstos el Albiano Inferior en el Este, entre Muzo y Coper, y las capas silicosas del Albiano Superior en las estribaciones de la Arenisca de Une, en el Oeste. La parte central, entre la población de Muzo y la Vereda de Itoco, en cambio está ocupada por esquistos arcillosos de relieves muy uniformes. El aspecto variable que ofrecen obedece a influencias locales, como humedad del suelo, grado de oxidación y descomposición, esquistosidad por fallas cer-

canas, etc. En las quebradas donde la roca es fresca, los esquistos se presentan siempre de color negro, mientras que en los altos y pendientes donde están más descompuestos, muestran un color gris, azul o amarillo. También la textura de los esquistos cambia frecuentemente en la misma capa y a corta distancia.

El buzamiento local de las capas y su posición relativa en esta región, no son siempre indicios seguros para el reconocimiento de los pisos (stages) y de la tectónica. Este defecto influye particularmente en la geología de los alrededores de la mina de esmeralda; seguramente es difícil encontrar en la Cordillera Oriental otra región donde las capas estén tan dislocadas como ahí. A excepción de la nueva carretera que va de la población al puente en el Río Minero, los afloramientos grandes son muy escasos y frecuentemente el geólogo tiene dudas de cual de los dos niveles cercanos es el infra-yacente y cuál el suprayacente.

El único camino seguro para establecer la sucesión estratigráfica y definir el aspecto estructural de esta región, son los fósiles contenidos en las capas. Estos son escasos y frecuentemente están muy mal conservados, pero a pesar de todo constituyen la guía más segura para desenredar las condiciones geológicas.

Por el estudio de los fósiles colectados, sabemos que las capas que componen el área estudiada, pertenecen al Cretáceo Inferior y se extienden con respecto a su edad, desde el Hauteriviano hasta el Albiano Superior. Estos son los conjuntos estratigráficos conocidos en Colombia bajo las denominaciones de Cáqueza (Valanginiano-Hauteriviano) y Villeta (Barremiano-Cenomaniano).

Hauteriviano

Este piso está expuesto en la estación HB 1707, en la carretera que va de la población al puente en el Río Minero, y al SE de la desembocadura del Río Itoco (= Río Desaguadero). Las capas correspondientes son arcillas esquistosas negras, muy parecidas al "Banco Central" de la mina actual, motivo por el cual se hicieron ahí hace algunos años cateos en busca de esmeraldas, pero sin éxito. En estas arcillas negras se halló una impresión de

Oleostephanus cf. bösei (RIEDEL) (Véase pl. II, fig. 16) amonita que indica una edad hauteriviana inferior.

Barremiano (y Aptiano Inferior?)

A los esquistos arcillosos negros del Hauteriviano se superponen a lo largo de la carretera otros esquistos negros con intercalaciones cuarcíticas de 20 hasta 70 cm de espesor. La edad barremiana se definió por una

Heinzia (Gerhardtia) veleziensis HYATT (pl. II, fig. 1) y varios ejemplares de otras Pulchelliidae mal conservados y específicamente indeterminables. Los esquistos son siempre muy oscuros, a veces

MINISTERIO DE MINAS Y PETRÓLEOS
 INSTITUTO GEOLÓGICO NACIONAL
 SECCIÓN DE PALEONTOLOGÍA

**CROQUIS GEOLÓGICO
 DE LOS ALREDEDORES DE LA MINA DE ESMERALDAS
 DE MUZO
 (BOYACA)**

ESCALA 1:50000

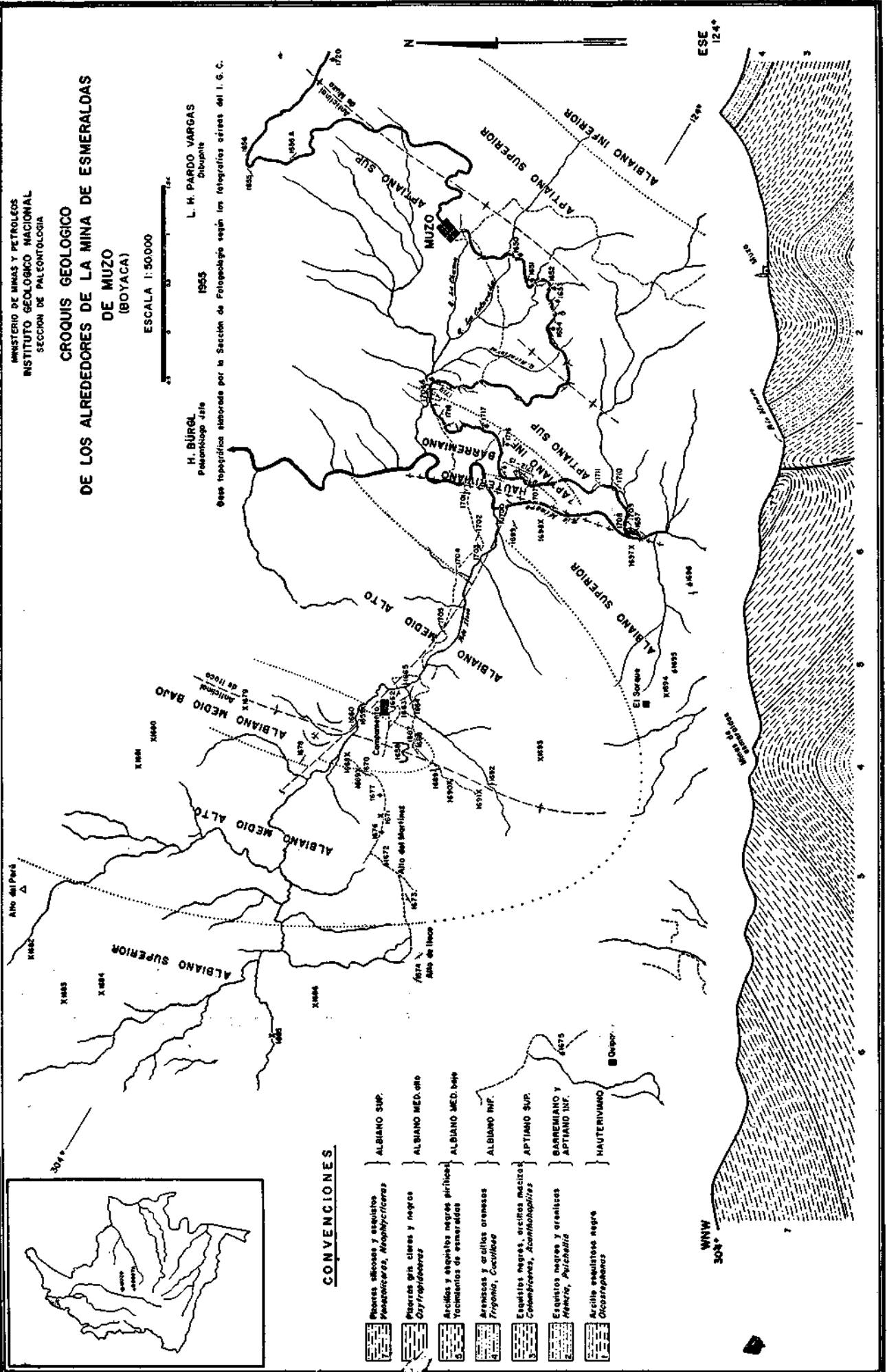


H. BÜRGEL
 Paleontólogo Jefe

L. H. PARDO VARGAS
 Dibujante

1955

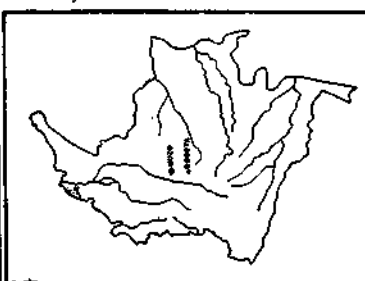
Este croquis elaborado por la Sección de Paleontología según los topográficos aéreos del I. G. C.



CONVENCIONES

	ALBIANO SUP.
	ALBIANO MED. SUP.
	ALBIANO MED. INF.
	ALBIANO SUP.
	BARREMIANO y APTIANO INF.
	HAUTERIVIANO

- Plenas silíceas y esquistos
Mesozoicas, Mesofyliceras
- Esquistos gris claros y negros
Caryophaneras
- Arcillas y esquistos negros pirlillos
Trochilontes de esmaraldos
- Areniscas y arcillas arenosas
Trigonis, Cucullaea
- Esquistos negros, arcillas medias
Columbicaea, Acanthophanites
- Esquistos negros y areniscos
Rhynchis, Puzosia
- Arcilla esquistosa negra
Ocystrophanes



algo compactos, otras veces muy delgados como hojas de papel y otras ligeramente litéicos. Son ricos en mineral de cobre, en cristales grandes de piritita y en drusas de yeso y cuarcita (DEL RIO 1945). Las intercalaciones son cintas de arenisca cuarcítica, a veces semejantes a conglomerados y también rocas arcillosas muy duras de color negro. Los fósiles más bien son frecuentes y se encuentran en concreciones (pl. I, fig. 1) y en los esquistos (pl. II, fig. 2).

El espesor es por lo menos de 300 m, o sea considerablemente mayor que en las regiones vecinas. En Leiva, por ejemplo, se midió un espesor de 105 m (BURGL 1954). La circunstancia de no haber hallado amonitas del Aptiano Inferior indica que éste puede estar incluido en el conjunto en cuestión.

Aptiano Superior

Encima de los esquistos negros con bancos cuarcíticos se encuentran arcillas oscuras relativamente suaves, cubiertas con manchas rojizas y escasas concreciones piriticas. A veces son macizas, y otras esquistosas, sin que se pueda reconocer ninguna regularidad estratigráfica. Los fósiles que se colectaron en esta serie, son:

Acanthohoplites acutecostatus RIEDEL (Pl. II, fig. 6)

Parahoplites obliquus RIEDEL (pl. II, fig. 13)

Colombiceras alexandrina (D'ORBIGNY)

Colombiceras aff. tobleri JACOB-RIEDEL (pl. II, fig. 9)

Crioceras (sensu lato) spec. indet. (pl. II, fig. 3)

Karsteniceras (?) cf. *hubachi* ROYO

Lamelibranchios indet.

Estos fósiles indican solamente el Aptiano Superior y, repetimos, que las capas basales del Aptiano pueden estar incluidas en las capas subyacentes con intercalaciones cuarcíticas.

El Aptiano ocupa la mayor parte del área entre la población de Muzo y el Río Minero y forma ahí un sinclinal con dirección NE-SW.

Albiano Inferior

Este conjunto forma la margen oriental de la región estudiada y tiene una litología completamente diferente de la de los pisos a ambos lados del Río Minero. Consta de estratos arcillosos y arenosos muy duros, en lo general macizos o divididos en bancos gruesos, a veces llenos de impresiones de lamelibranchios (*Trigonia*, *Cucullaea*, *Exogyra*, etc.). Está muy bien expuesto en las cimas y en la pendiente oriental entre Muzo y Coper y es fácilmente reconocible en las fotografías aéreas, correspondiendo a la "Formación San Gil" (E. HUBACH 1953) que forma el escarpe del Norte de la población de San Gil. Su espesor en Muzo es por lo menos de 230 m.

Albiano Medio bajo

En el Albiano Medio bajo se encuentran los yacimientos de esmeraldas de Muzo y por lo tanto hay que tratarlo en detalle. Lo hemos observado solamente en las minas y en sus inmediaciones. Consta de esquistos arcillosos negros, frecuentemente macizos y raras veces esquistosos, bastante ricos en vetas de caliza piritica, de albita y de otros minerales, como lo describió detalladamente R. SCHEILBE (1933).

El Albiano Medio bajo está expuesto en las explotaciones de esmeraldas en forma de una ventana estratigráfica, en la cima de un anticlinal y rodeado por las capas con *Oxytropidoceras* del Albiano Medio alto.

Este nivel es muy poco conocido porque raras veces está expuesto. Las pizarras con *Oxytropidoceras* encima, y la "Formación San Gil" debajo, son relativamente duras y resistentes y ocupan en lo general las lomas mientras que las arcillas blandas del Albiano Medio bajo ocupan los valles cubiertos de vegetación y de bloques rodeados de las formaciones vecinas. Se le puede estudiar relativamente bien en los alrededores de Pacho, donde contiene los silos de mineral de hierro de "La Ferrería" y manifiesta un espesor de 600 m. Por correlación, lo mismo se puede suponer en la región de Muzo. Entre Albán y Sasaima está bien marcado morfológicamente pero no está expuesto. En Apulo, este nivel consta también de arcillas negras que contienen esporádicamente *Dipoloceras* y *Prollyliceras*. Más al Suroeste, en el Tolima, este horizonte es rico en concreciones con *Hystatoceras*, *Knemiceras*, *Tegoceras* y *Lyelliceras*, amonitas del Albiano Medio inferior. El mismo nivel de esquistos arcillosos negros como en Muzo, se encuentra entre Vélez y Landázuri (encima de capas con *Colombiceras karsteni*) y más al Norte, entre Bucaramanga y San Vicente y en el valle del Río Lebrija; se extiende también considerablemente hacia el Este, como demuestran los afloramientos entre Chiquinquirá y Tinjacá (BURGL 1954).

Se deduce así que la facies de esquistos arcillosos negros piriticos que representan la parte baja del Albiano Medio es muy extendida en la Cordillera Oriental. Pero, según su aspecto macroscópico, parece que sufre regionalmente cambios en su composición mineralógica los cuales todavía no son bien conocidos en detalle.

Albiano Medio alto

Encima de las arcillas negras esmeraldíferas, siguen pizarras arcillosas de color negro o gris claro, intercaladas por esquistos más claros y a veces un poco arenosos. En ciertas localidades, particularmente en el camino que sube del campamento al Alto de Martínez, a 1 km al Oeste del campamento (estaciones HB 1672 y 1676), abundan impresiones de

Oxytropidoceras multifidum (STEINMANN) (pl. II, fig. 15) la amonita más característica del Albiano Medio alto. Las capas expuestas al Este del campamento son parecidas litológicamente (esquistos arcillosos negros, azules y amarillos, con intercalaciones arenosas que suelen traspasar a pizarras gris claras), pero en esta región no logramos coleccionar fósiles quedando la identidad de estas rocas un tanto dudosa.

Cerca de Pacho, las capas con *Oxytropidoceras* tienen un espesor aproximado de 1.110 m y en Muzo de 1.240 m.

Albiano Superior

Este nivel es el más alto que observamos en la región de Muzo y ocupa casi toda la Vereda de Itoco, desde el Alto del Perú hasta el Alto Itoco y se prolonga hacia el Sur a los alrededores de Quípama. A 1 km al Norte de este caserío (estación HB 1675) y al Norte del Alto de Itoco (estaciones HB 1685 y HB 1686) coleccionamos:

Venezoliceras karsteni (STIELER) (pl. II, fig. 10)

Neophlycticeras cf. *brottianum* (D'ORBIGNY) (pl. II, fig. 12)

Inoceramus spec. (pl. II, fig. 4)
y otros lamelibranquios.

Las capas que contienen estos fósiles son pizarras silíceas y micáceas de color gris claro y negro y esquistos arcillosos relativamente bien expuestos. Las mismas pizarras se observan en las estaciones HB 1695 y 1696 entre El Sorque y el Río Minero con

Inoceramus spec. y

Discohoplites cf. *subfalcatus* (SEMENOW)
amonita que caracteriza las capas más superiores del Albiano.

Cerca de la estación HB 1707 al Este del Río Minero donde está expuesto el Hauteriviano con *Olcostephanus*, coleccionamos en la terraza del Río Minero bloques rodados con

Venezoliceras cf. *venezolanum* (STIELER) (pl. II, fig. 11), amonita del Albiano Superior, que viene probablemente de la orilla occidental del río.

Más al Este, en la carretera hacia Chiquinquirá, y también al Sur-Oeste, en los alrededores de Pacho, este nivel, en mi concepto, está desarrollado en la facies de las "areniscas de Une" y tiene un espesor de 1.280 m. En la región de Muzo las capas de este nivel son un poco más suaves y no forman relieves tan llamativos.

Consideraciones estratigráficas

En los alrededores de la población de Muzo, al Este del Río Minero, se encuentra una serie normal del Cretáceo Inferior, que se extiende en tiempo desde el Hauteriviano hasta el Albiano Inferior. El Hauteriviano, el Barremiano y el Aptiano tienen un espesor normal para el flanco occidental de la Cordillera Oriental entre Vélez y Villeta, o sea en la cuenca infracretácea de Muzo (Hubach).

Al Oeste del Río Minero encontramos solamente depósitos del Albiano. En esta región no fue posible medir el espesor de los niveles del Albiano. Pero en la región de Pacho, donde el Albiano presenta una sucesión muy parecida, se le puede definir con toda la precisión deseada. Al combinar las observaciones en ambas regiones, tendríamos los siguientes espesores de los niveles albianos:

Albiano Superior con <i>Venezoliceras</i>	1280 m
Albiano Medio alto con <i>Oxytropidoceras</i> ..	1240 m
Albiano Medio bajo, esmeraldífero.....	600 m
Albiano Inferior con <i>Trigonia</i> , <i>Exogyra</i> ..	230 m
<hr/>	
Total del Albiano.....	3350 m

Este espesor excepcional merece una consideración especial.

El espesor de una formación se determina por el grado de hundimiento del suelo de la cuenca respectiva y por la cantidad de deposición de sedimentos. Si ambos factores están en equilibrio, el mar permanece relativamente bajo y se forman depósitos litorales o neríticos. Si la deposición prevalece sobre el hundimiento, se forman depósitos terrestres. Si es el caso contrario, el mar se vuelve profundo y se forman depósitos batiales o abisales.

La serie albiana de Muzo es exclusivamente marina, es decir que siempre el hundimiento del suelo fue más intenso que la sedimentación. Como indican los fósiles (amonitas, *Inoceramus*), los depósitos del Albiano pertenecen en su mayoría a la facies nerítica, depositada en una profundidad entre 200 y 600 m. Solamente las arcillas negras piríticas, no fosilíferas del Albiano Medio bajo han sido depositadas en un mar más profundo y esto indica que el hundimiento del fondo alcanzó su máximo durante este período. Pero el subsuelo quedó sumamente móvil y durante un período relativamente corto (Albiano Medio alto y Albiano Superior) 2500 m de sedimentos adicionales fueron depositados encima de las arcillas piríticas. En este estado probablemente tuvieron lugar las intrusiones ultrabásicas, que fueron observadas en los alrededores de Muzo por A. Gansser (D. TRUMPY, 1943, p. 1301) y que causaron probablemente la mineralización particular de las capas esmeraldíferas. Se advierte que en la Cordillera Occidental, el magmatismo ultrabásico del Terciario Inferior también se presenta al final de una subsidencia mesozoica cuyos estratos tienen más de 10.000 m de espesor (E. Hubach).

Parece también que las minas de esmeraldas de Tinjacá, Ráquira, Santa Rosa y Coscuez están situadas en el Albiano Medio bajo como consecuencia del mismo hundimiento enorme del suelo durante ese período. Para el conocimiento de la extensión de las capas esmeraldíferas en el flanco W de la Cordillera Oriental sería por tanto muy importante investigar con exactitud la posición estratigráfica de todas las minas antiguas de esmeraldas.

Un hundimiento del suelo de una intensidad pa-recida, se conoce (W. Kehrer) de la parte oriental de la Cordillera Oriental, correspondiente al Valangi-niano. En esta época, la región de Chivor estaba en el interior de una cuenca que se hundió muy rápidamente, depositándose allí esquistos arcillosos negros piríticos de 3000 m de espesor con venas esmeraldíferas que llegan hasta el Hauteriviano en Somandoco (Hubach).

ESTRUCTURA

Como se puede observar en el croquis geológico y en la sección geológica (pl. I), la región situada entre la población y la mina de Muzo, está ocupada por dos unidades geológicas distintas: al Este del Río Minero encontramos una serie bastante regular del Cretáceo Inferior desde el Hauteriviano hasta el Albiano Inferior, mientras que en el área del Río Itoco afloran exclusivamente capas del Albiano Medio y Superior. Las estructuras más llamativas en la parte Este, son el anticlinal y el sinclinal de Muzo. La estructura dominante en el Oeste, es el anticlinal de Itoco. El límite entre ambas unida-des está marcado por una falla que sigue, por lo menos en una distancia corta, el curso del Río Mi-nero.

Sinclinal y anticlinal de Muzo

A lo largo de la orilla oriental del Río Minero, la sucesión hauteriviana-aptiana buza hacia el Este, formando primero un sinclinal, a 2 km al SE de la desembocadura del Río Itoco. Los flancos de este sinclinal son bastante pendientes, con buzamientos de 45 a 70 grados en la carretera. El eje del sincli-nal está ocupado por capas del Aptiano Superior. Subiendo hacia el Este, las mismas capas culminan en un anticlinal que se extiende en dirección NE-SW y pasa un poco al Este de la población de Muzo. Esta estructura la llamamos "Anticlinal de Muzo". El flanco Sureste de este anticlinal está formado por las capas basales del Albiano, las cuales buzan abruptamente hacia el valle de Coper.

En la carretera Muzo-Chiquinquirá y en la que va de la población de Muzo hacia el puente en el Río Minero, ambas estructuras están muy bien ex-puestas. Como los fósiles son relativamente fre-cuentes en esta región, las condiciones tectónicas y estratigráficas pueden ser estudiadas con un mayor grado de precisión.

Anticlinal de Itoco

Al Oeste del Río Minero, en los alrededores de la mina de esmeraldas, la situación para definir las estructuras es menos favorable. Los afloramien-tos grandes y particularmente las capas fosilíferas son muy raros y los buzamientos que se observan en los afloramientos no siempre reflejan los pre-valentes. Tampoco la morfología ofrece mucha ayu-

da para comprender las condicoines tectónicas. Nuestra interpretación de la estructura de esta región es por lo tanto algo generalizada y no refleja todas las irregularidades.

Es seguro que en los alrededores de las minas afloran esquistos arcillosos y esquistos negros del Albiano Medio bajo en forma de ventana estrati-gráfica. Están superpuestos por esquistos con *Oxy-tropidoceras* del Albiano Medio alto que en todos los sitios observados buzan en dirección divergente de la ventana. Se infiere así, que las capas expues-tas en las minas de esmeraldas representan el eje de un anticlinal cuyos flancos están formados por los esquistos arcillosos con *Oxytropidoceras*. Este anticlinal lo llamamos "Anticlinal de Itoco".

En la región situada entre las minas, el Alto del Perú y Quípama, las capas buzan con bastante regularidad hacia el Sur-Oeste y se puede observar muy claramente que las capas con *Oxytropidoceras* (Albiano Medio alto) están superpuestas por las pizarras silicosas con *Venezoliceras* y *Neophlycti-ceras* del Albiano Superior.

Es también seguro que las mismas capas del Albiano Superior reaparecen entre El Sorque y el Río Minero, ocupando la pendiente occidental del valle de este río, entre la estación HB 1696 y la desembocadura del Río Itoco. Es por lo tanto bas-tante probable que el flanco oriental del anticlinal de Itoco se extienda hasta el Río Minero. De tal manera, el anticlinal de Itoco equivale a una es-tructura muy ancha, de por lo menos 9 km de en-vergadura.

Falla del Río Minero

El límite entre el anticlinal de Itoco y el Cretá-ceo Inferior al Este del Río Minero, debe corres-ponder a una falla. La estructura general de esta región indica que no se trata aquí de una falla normal sino de una falla inversa, es decir, un sobres-currimiento. El desplazamiento vertical a lo largo de esta falla es de unos 5.000 m.

Un desplazamiento vertical de este tamaño tiene comúnmente una extensión considerable. A este respecto puede interesar el sobrescurrimiento mar-ginal de la Cordillera Oriental, observado por el suscrito en el valle del Agua Buena, al W de Bu-caramanga, entre el Albiano y el Turoniano, el cual también está acompañado al Oeste por un anticli-nal en la Formación Umir y es de una anchura semejante al de Itoco. Más al Sur, el suscrito ob-servó otro sobrescurrimiento en el valle del río Bogotá, cerca a Apulo. Como éste, el sobrescurri-miento en el Río Minero y el de Agua Buena están situados en una línea recta, y es muy probable que pertenezcan al mismo sistema de dislocación, que tuviera de esta manera, una extensión horizontal de más de 300 km. Si éste es el caso, esta dislo-cación representaría una línea tectónica de primera categoría en la estructura de la Cordillera Oriental.

Falla del Río Itoco

Fuera de la dislocación grande descrita, hay indicaciones de la existencia de fallas menores. Una de éstas, sigue probablemente el curso del Río Itoco, entre el Campamento y su desembocadura. Como se puede observar en nuestro mapa y en la sección geológica, el buzamiento general es Sureste. Pero los buzamientos que se pueden observar en los afloramientos a lo largo del Río Itoco están dirigidos en su mayoría hacia el Sur. Este antagonismo habla en favor de una falla a lo largo del Río Itoco. Tal falla puede también explicar irregularidades en el rumbo de varias capas a través de este valle, las cuales se pueden reconocer muy bien en las fotografías aéreas. Como dicha falla atraviesa la zona esmeraldífera, se hace muy probable que tuviera una cierta influencia en la mineralización particular de las capas esmeraldíferas.

La región estudiada puede estar afectada por otras fallas de un tipo parecido, pero su localización por tierra es difícil por lo abrupto del terreno y requiere un estudio más detallado, en especial aerofotografías detalladas tomadas a baja altura.

RESULTADOS

Sobre la estratigrafía y tectónica se llega a los siguientes resultados:

- 1) Las capas esmeraldífera de Muzo pertenecen a una serie de arcillas negras piríticas que corresponden al Albiano Medio bajo. Es un nivel bastante extendido en la parte occidental de la Cordillera Oriental.
- 2) La región de Muzo sufrió durante el Albiano un hundimiento considerable, a consecuencia del cual se acumularon sedimentos de más de 3.000 m de espesor.
- 3) Es posible que las intrusiones del magma ultrabásico influenciaron o causaron la mineralización esmeraldífera en el área de las minas y que tuvieron lugar al finalizar la fase de la cuenca

albiana de Muzo. Las esmeraldas probablemente se circunscriben bajo circunstancias especiales a áreas en las cuales se pueda constatar un hundimiento de tamaño parecido.

- 4) Las capas esmeraldíferas de Muzo están situadas en el eje de un anticlinal muy amplio y extenso, que llamamos anticlinal de Itoco.
- 5) El límite Oriental de este anticlinal está formado por un sobrescurrimiento, a lo largo del cual, las capas sufrieron un desplazamiento vertical de unos 5.000 m.
- 6) La zona esmeraldífera está atravesada por una falla (normal?) que se extiende en dirección NW-SE.

Todavía no sabemos cuáles de estos factores estratigráficos y tectónicos representan el papel más importante en la formación y distribución de las esmeraldas. Parece por lo tanto mejor, si en investigaciones posteriores se tienen en cuenta todos estos factores y se escogen sucesivamente aquéllos que se presentan siempre, o frecuentemente, en conexión con las capas esmeraldíferas.

BIBLIOGRAFIA

- BURGL. H.: El Cretáceo Inferior de los alrededores de Lelva, Boyacá. Bol. Geol. II, No. 1, pp. 5-22, 4 pl. Bogotá, 1954.
- DEL RIO M., A.: Exploración de unos yacimientos de cuarzo en Muzo. Comp. Est. Geol. Of. en Colombia, VI, pp. 249-250. Bogotá, 1945.
- HUBACH, E.: Condiciones geológicas de las variantes de la carretera en la región de Arcabuco-Barbosa-Oiba. Informe 952 del Inst. Geol. Nat., Bogotá, 1953, inédito.
- KEHRER, W.: El Carbonífero del Flanco Llanero de la Cordillera Oriental. Folleto del Colegio Alemán, Bogotá, 1933.
- SCHEIBE, R.: Informe geológico sobre las minas de esmeraldas de Muzo. Comp. Est. Geol. Of. en Colombia, I, pp. 169-198, figs. 19-23, Bogotá, 1933.
- TRUMPY, D.: Pre-Cretaceous of Colombia. Bull. Geol. Soc. Amer., 54, pp. 1281-1304, 1 pl., figs. 6, New York 1943.

EXPLICACION DE LA PLANCHA

Todas las figuras están a tamaño natural

Fig. 1

Molde de yeso de *Heinzia (Gerhardtia) veleziensis* HYATT
Estación HB 1715, Muzo, Boyacá, carretera del pueblo al
puente en el Río Minero. Barremiano Medio.

Fig. 2

Heinzia (Gerhardtia) cf. *veleziensis* HYATT juv.
Estación HB 1713, Muzo, Boyacá, carretera del pueblo al
puente en el Río Minero. Barremiano Medio.

Fig. 3

Crioceras (sensu lato) spec. indet.
Estación HB 1707, Muzo, Boyacá, carretera del pueblo al
puente en el Río Minero. Aptiano.

Fig. 4

Inoceramus spec.
Estación HB 1655, Muzo, Boyacá, carretera de Muzo hacia
Chiquinquirá, 5 km desde Muzo. Aptiano Superior.

Fig. 5

Parahoplites cf. *obliquus* RIEDEL
Estación HB 1656, Muzo, Boyacá, carretera de Muzo hacia
Chiquinquirá, 5 km desde Muzo. Aptiano Superior.

Fig. 6

Acanthohoplites acutecostatus RIEDEL
Estación HB 1651, Muzo, Boyacá, carretera del pueblo al
puente en el Río Minero. Aptiano Superior.

Fig. 7

Inoceramus spec.
Estación HB 1685, Muzo, Boyacá, Vereda Itoco, "La Enco-
mienda". Albiano Superior.

Fig. 8

Colombiceras spec. indet.
Estación HB 1651, Muzo, Boyacá, carretera del pueblo al
puente en el Río Minero. Aptiano Superior.

Fig. 9

Colombiceras aff. *tobleri* JACOB, RIEDEL
Estación HB 1706, Muzo, Boyacá, carretera del pueblo al
puente del Río Minero. Aptiano Superior.

Fig. 10

Venezoliceras karsteni (STIELER)
Estación HB 1685, Muzo, Boyacá, Vereda Itoco, "La Enco-
mienda". Albiano Superior.

Fig. 11

Venezoliceras cf. *venezolanum* (STIELER)
Estación HB 1707, Muzo, Boyacá, carretera del pueblo al
puente en el Río Minero. Rodado del Albiano Superior.

Fig. 12

Neophlycticeras cf. *brottianum* (D'ORBIGNY)
Estación HB 1675, Muzo, Boyacá, camino al Norte de
Quípama. Albiano Superior.

Fig. 13

Parahoplites obliquus RIEDEL
Estación HB 1656, Muzo, Boyacá, carretera hacia Chiquin-
quirá, 5 km desde Muzo. Aptiano Superior.

Fig. 14

Inoceramus spec.
Estación HB 1654, Muzo, Boyacá, carretera del pueblo al
puente del Río Minero. Aptiano Superior.

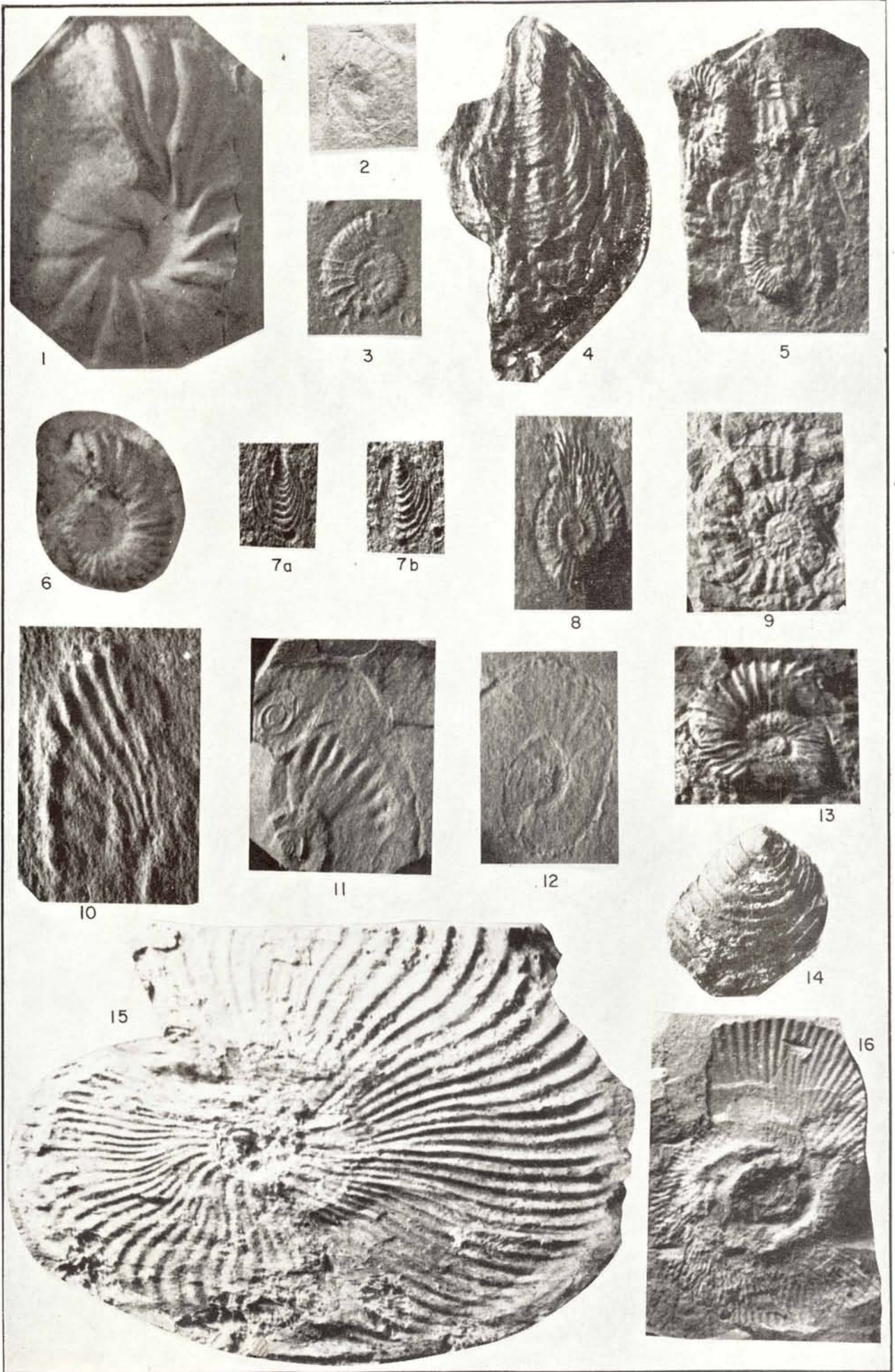
Fig. 15

Oxytropidoceras multifidum (STEINMANN)
Estación HB 1672, Muzo, Boyacá, camino del campamento
al Alto de Martínez. Albiano Medio alto.

Fig. 16

Olcostephanus cf. *bösei* (RIEDEL)
Estación HB 1707, Muzo, Boyacá, carretera del pueblo al
puente en el Río Minero. Hauteriviano.

Los originales están depositados en el Museo Geológico Nacional de Bogotá.



Fósiles de la región de Muzo.

Quien se detenga para lanzar una mirada de conjunto sobre la vasta discusión dedicada en los últimos años a la educación sexual, tendrá que venir en que, en la propia teoría a ella referente, se refleja la equívoca y disoluta situación de la vida sexual de nuestro tiempo. Hasta dónde las contradictorias opiniones pedagógicas en materia sexual están determinadas por los diferentes episodios de la experiencia ajena; en qué medida esas contradicciones arraigan a diversa profundidad en la experiencia propia y hasta dónde pueden tener su origen en la diferente aptitud para definir la vida sexual, independientemente de prejuicios y doctrinas de toda naturaleza, no es nuestro objetivo y puede, por tanto, permanecer al margen de esta investigación. No es nuestra intención —como en el caso del “Kinsey-Report”—, someter la realidad de la vida sexual a una descripción minuciosa o tomarla como punto de partida para una reflexión sobre las posibilidades de la educación a su respecto. Tampoco queremos enfrentarnos sistemáticamente con las teorías y menos aún con los sistemas didácticos sexual-pedagógicos propios de las grandes comunidades ideológicas. El objetivo de nuestros esfuerzos es, más bien, la búsqueda de un nuevo principio en el campo de la educación sexual. Mientras falte a ese principio la garantía experimental y crítica, incluiremos en el campo de nuestra observación tanto hechos y teorías de la vida sexual como procedimientos sexual-pedagógicos.

I

Nuestro punto de partida se halla, pues, en el terreno de la Psicología. Algunas aclaraciones de capital importancia para la caracterización de la vida sexual, pueden servirnos de introducción.

1) Frente a la opinión ampliamente difundida en los círculos académicos según la cual el encuentro sexual sería un simple fenómeno corporal o fisiológico en el mejor de los casos, que no lograría afectar esencialmente el centro de la personalidad, es necesario oponerle con todo énfasis este solo hecho: de que la sexualidad traspasa al hombre en su totalidad, constituyendo por ello uno de los factores constructivos esenciales de la persona total. La importancia que lo sexual adquiere en la totalidad de la persona, se demuestra no sólo en el período de la pubertad, cuyo tema específico es precisamente ese ensamble particular de la sexualidad que se despliega y la poderosa corriente de la individualidad que cobra configuración, sino en los resultados del Psicoanálisis. Lo sexual ancla más hondo allí, precisamente, donde las conviccio-

nes y los escrúpulos impelen a desmembrarlo de la vida común o a reprimirlo. Las desviaciones, fallas del carácter y la conducta, extravíos y perversiones a que tales representaciones dan origen, son prueba incontestable de que lo sexual, tan oculto como se lo quiera presentar, está en capacidad de producir efectos modificadores en todos los campos de la vida, aún contra la voluntad propia de su portador. Y ello porque en la construcción unitaria de la persona el reino de cada función se halla en activa conexión recíproca con todos los demás.

Por tanto no es en manera alguna indiferente para el hombre la manera de conducir su vida sexual; los ensayos emprendidos hasta hoy, con la acentuada intención de considerar la vida sexual respecto al valor y dignidad de la persona, a su rendimiento y el orden de su vida, como una cuestión tal vez indiferente, no se dejarán confirmar a la larga. Pues, tarde o temprano, partiendo del sexual, se modificarán los demás campos de la existencia. Hablando concretamente: nadie, cuya vida sexual transcurra desordenadamente, puede mantener por espacio indefinido la apariencia de orden en su vida general.

Pero así como lo sexual obra profundamente sobre los demás rasgos personales, pueden éstos a su turno, influenciar lo sexual. No se piensa aquí solamente en las excitaciones que, bajo el efecto de impresiones intelectuales, estéticas, inclusive religiosas, o, aún más, bajo bruscas descargas afectivas, como miedo y cólera, pueden surgir e inundar el campo sexual, sino más bien, en las múltiples modificaciones y matices que lo sexual experimenta a la continua bajo la acción de representaciones, vivencias y modificaciones del impulso. Es necesario, pues, reconocer que lo sexual no es solamente cuestión de una satisfacción instintiva fisiológica sino que —así parecen demostrarlo nuestras breves consideraciones psicológicas— sólo puede ser completamente comprensible como problema antropológico total. Frente a tal conocimiento no constituye ninguna refutación decisiva la impugnación de que se hace objeto a las relaciones aludidas allí donde lo sexual, por desconocimiento de su esencia, es considerado y condenado como fundamentalmente inmoral. El hombre no gana en valor por el hecho simple de negar aquello que —bajo la presión de una determinada ideología— le parece indigno. Solamente puede ganar en valor enfrentándose a la problemática que, indudablemente, con lo sexual, como todo lo que para él incluye una decisión de valor, entra en la esfera de su propia responsabilidad.

2) Para esta toma de posiciones —y aquí invocan la mayoría de las teorías de la vida y educación sexuales la realidad de la vida— no hay un camino de validez general, cuyas peculiaridades puedan ser fijadas. Si, como se desprende de lo dicho, lo sexual participa en la diferenciación de la individualidad personal, así mismo contribuye a la modelación de esa individualidad. Un rasgo personal básico, que por razones de temperamento o por azares del desarrollo, puede ser diversamente acuñado y dirigido y que, por tanto, puede influir con peso desigual y con diferentes acentos en la estructura general de la persona particular, escapa a la influencia de toda regla o receta. Algo más: se puede decir que lo sexual es tan pronunciadamente individual que sólo puede llegar a ser modelado por el propio ser individual. Con otras palabras: lo sexual, más que ninguna otra esfera de la vida, es y permanecerá siendo un problema de auto-educación.

3) En un tercer aspecto es necesario discutir los ensayos difundidos sobre auto-satisfacción. Se refieren éstos al supuesto derecho del individuo para conducir lo sexual según pautas propias, como un reino personal particular. Contra esa tesis deben ser mencionados aquí dos argumentos: en primer término la advertencia sobre el origen y sentido biológico de la disposición sexual que no sólo determina a qué sexo pertenece su portador, sino que decide, dentro de ciertos límites, qué grado de tipicidad y qué dirección son peculiares a su impulso sexual. Desde el punto de vista de la herencia no tiene, pues, el hombre su fuerza sexual de por sí y, por tanto, para sí, como fuente discrecional de placer. Aún para quien no reconozca los órdenes biológicos como instancias fundadoras del ser humano, no podrá pasar inadvertido el problema que aquí se insinúa.

Menos aún puede ser ignorada otra circunstancia que apunta igualmente hacia el individuo: el hecho de que todo acto sexual, prescindiendo de masturbaciones, presupone un socio. El encuentro con ese socio es de una intimidad sin par. En la serie de los actos sociales es éste de una singular intensidad. Cómo influye un acto de esta naturaleza en el socio, no depende de la voluntad de los participantes. Que favorezca el surgimiento de relaciones duraderas; que conduzcan y sometan al uno o al otro por largos períodos de la vida, hasta la servidumbre; que acarree efectos traumáticos de los cuales a su turno, surjan lesiones perdurables de la aptitud para la vivencia sexual y hasta neurosis; que provoque y consolide orientaciones normales o anormales; que despierte impulsos o que los mate, todo esto pertenece al dominio de los posibles efectos ulteriores. No hay por ello nunca completa seguridad de que el socio se sienta dichoso y no desilusionado, reconocido y no avergonzado. Quien contrae relaciones sexuales acepta la posibilidad de un cambio en su personalidad de acuerdo con el

grado de diferenciación de su socio, y corre, con ello, al mismo tiempo, el riesgo de un menoscabo del valor de su personalidad. Así se pone en evidencia que el encuentro sexual se halla, más pronunciadamente que muchas otras acciones, bajo la responsabilidad ética y social. El hecho de que esa responsabilidad no sea vivida ni advertida, nada prueba contra la insobornabilidad de su existencia. Confirma, a lo sumo, qué irreflexiva y egoístamente agotan su vida muchos hombres de nuestro tiempo.

4) Donde quiera que los cánones jurídicos tradicionales se han probado insuficientes para el mantenimiento de una vida ordenada, se proclama hoy, reiteradamente, un orden nuevo en el campo de lo sexual. El concepto de miseria sexual, común desde hace varios decenios a una gran parte de nuestra juventud, expresa ya la disposición a reconocer la presencia de relaciones imposibles de dominar con los métodos suministrados por el orden tradicional de la vida sexual: un estado de crisis que se conjuga con una crisis de derecho.

5) El argumento central en la discusión de la llamada miseria sexual fue impuesto antes que por el aplazamiento de las posibilidades matrimoniales, por la prolongación de la formación profesional, la inseguridad en la obtención de posiciones remuneradas y la falta de trabajo para grandes sectores de la juventud. Hoy se hallan otras circunstancias al orden del día: la ya a menudo descrita precocidad en la maduración sexual de muchachas y muchachos comprobada durante los últimos cincuenta años en todos los países civilizados y que ha anticipado, aproximadamente en un término de dos años la aptitud y la actividad sexuales, particularmente en las grandes ciudades; la dificultad creciente en la fundación de familias a causa de la carencia de habitaciones, la desproporción existente entre las aspiraciones vitales y las posibilidades económicas para su realización. Todos esos momentos, actuando simultáneamente, han dado origen a una serie de propuestas de solución todas bajo el signo de la supresión de la miseria sexual. Se trata aún de mostrar cómo esas propuestas, mientras más alivio ofrecen buscar, menos pueden ser observadas como solución del problema.

Es una cuestión de importancia fundamental saber si la problemática sexual de nuestro tiempo —que en última instancia se ha englobado en un problema del matrimonio— puede ser superada con la introducción de formas sustitutas para la vida común; si no se haría aún más cuestionable que hasta ahora, el orden de la vida matrimonial, mediante la introducción de legalizaciones aparentes para una vida común transitoria. No es posible tomar este hecho a la ligera, menos aún en presencia de la circunstancia de que, en muchos lugares, se ha decuplicado el número de los divorcios en los últimos quince años y que un porcentaje aún mayor de matrimonios se hallan en proceso de disolución interna. Frente a tales ensayos resulta no menos

admonitiva otra circunstancia poco atendida hasta hoy: el carácter de provisionalidad necesariamente adherido a toda unión sexual prenupcial introduce en las relaciones, desde su origen, el factor facultativo, no obligatorio. Aun prescindiendo del hecho de que la no obligatoriedad contradice fundamentalmente la esencia de una unión tan estrechamente humana, restan sin embargo, al lado de los efectos ya discutidos de tales relaciones, otros difícilmente evitables.

Justamente el factor de la no obligatoriedad permite la consumación de encuentros sexuales que el hombre jamás acometería como relación perdurable. Esas relaciones sexuales que no implican compromiso, se fundan casi sin excepción en la consideración unilateral del valor sexual actual del socio. Sin duda esto determina un refuerzo del momento sexual, dentro de una forma de encuentro interhumano, cuyo carácter sexual no es discutible, pero que sólo puede ser dignificado mediante una recíproca valoración de la personalidad. La consideración unilateral del valor sexual conduce necesariamente a fortalecer la disposición de contraer relaciones sexuales donde el valor específico de la personalidad del socio permanece dudoso. De esa disposición vive la prostitución, de ella viven muchas otras relaciones sexuales en que, sin embargo, la venalidad del socio no se exhibe tan crasamente. La inadvertencia de la indignidad personal de muchos socios sexuales se hace especialmente llamativa donde, como en el caso de las perversiones de toda clase, no desempeña ningún papel una regla de conciencia éticamente orientada.

5) Es notorio cómo por todas partes se experimenta lo imperfecto y disoluto de tales relaciones hasta el punto de que muy pocos se jacten de sostenerlas. De otra manera sería apenas comprensible que una gran parte de los hombres que se hallan fundamentalmente dispuestos a satisfacer indiscriminadamente sus necesidades sexuales, aparecen de otro lado dirigidos por la intención de tomar parte en las formas más íntimas e ideales de las relaciones amorosas. Hasta dónde se halla implicada en esta aparente inconsecuencia una necesidad de estimación propia, un afán de reserva moral o un impulso amoroso que ha permanecido insatisfecho en el disfrute sexual, sólo es posible decidirlo particularmente de caso en caso. Un hecho si es incontestable: el de la extraordinaria extensión de esa contradictoria actitud en asuntos de la vida sexual. Desde este punto de vista hay que observar al esposo que busca conciliar la integridad del orden matrimonial con ocasionales relaciones extraconyugales o de la mujer soltera que ensaya encontrar entre sus diferentes socios sexuales, uno que la haga valer como su amante o amiga.

Es muy sencillo demostrar cómo la pretensión de conciliar lo inconcilliable deja su impacto en el valor de la personalidad. El ocultamiento y disimulo inevitables desde el primer momento, las ex-

cusas y subterfugios sobre las perturbaciones casi automáticas de su seguridad personal y la irritabilidad y desconfianza consiguientes, los efectos todos de una vida así disoluta tienen que conducir a innumerables deficiencias y alteraciones de nuestras actividades porque la vida plena es limitada en el grado en que se la pretende apurar exhaustivamente.

Una mirada sobre el efectivo desenvolvimiento de la vida sexual de nuestro tiempo nos esclarece qué poco orden pueden aportar todos los ensayos adelantados bajo las condiciones del mantenimiento de un orden aparente: la ausencia de todo compromiso en las relaciones favorece el cambio constante de pareja de tal suerte que, la costumbre al cambio, relaja y pone en peligro la existencia de los vínculos amorosos más serios. Pero el cambio constante estimula solamente cuando conduce a nuevas vivencias y entonces son posibles aquí dos procesos: de una parte, elevación de la técnica en el amor sexual y, de otra, vulnerabilidad, propensión a las perversiones sexuales. Sea cual fuere la configuración de esos procesos, exhiben en todo caso el signo de una autovaloración de la actividad sexual y con ello el divorcio de lo erótico y lo sexual, divorcio que constituye, propiamente, la fuente de peligros para las relaciones sexuales de nuestro tiempo.

Se pregunta: cómo son posibles tales procesos? Habría entonces que indicar que una disposición del hombre para contraer relaciones sexuales sin el momento fundador de un vínculo amoroso, debe haber existido desde los orígenes del género humano. Seguramente es un prejuicio derivado de conocimientos insuficientes sobre la vida sexual de las diferentes épocas y pueblos, el creer que la urgencia de un orden en la vida sexual sea un problema exclusivamente del presente. Relaciones sexuales desordenadas, es decir, aquellas que no corresponden al código de la moral sexual dominante, han debido existir en todos los tiempos y que siempre se tuvo por necesario combatirlas es, solamente, una prueba de la exactitud de nuestra suposición. Y el esmero con que, casi en todas partes, los participantes trataron de ocultar del público las infracciones a su respectivo orden sexual, explica suficientemente la idea, en gran parte falsa, que hoy se tiene de la vida sexual de los tiempos pasados.

Hasta qué punto el hombre de nuestro tiempo, pese a todos los señuelos de emancipación, y con cuán profunda razón, considera como el caso ideal del amor sexual la unión de Eros y Sexo, lo confirma la observación de su considerable frecuencia y regularidad. El joven ve en la unión sexual la coronación de una relación amorosa erótica, quizás pura; mientras que la muchacha experimenta, en la actividad sexual que se realiza bajo tales circunstancias, un sentimiento de vinculación definitiva. Aquí y en todos los casos semejantes se presenta la unión sexual como la consumación de una

aspiración común que para ambas partes se ha hecho ya patente en muchos otros encuentros eróticos, no específicamente sexuales. No sin razón son casos de esta naturaleza los temas típicos de las más puras novelas de amor los cuales sólo se diferencian en que la realidad de la vida hace, a menudo, uso mucho más parco de los dramáticos impedimentos y dificultades de la unión a que el relato, destinado a provocar impresiones afectivas, tiene necesariamente que acudir.

Un ulterior camino conduce de estos casos a un extremo en que tan sólo es mantenida la ficción de un enamoramiento. Aún en los casos en que ninguna de las dos personas se hallen a la búsqueda de un socio sexual, es hoy suficiente un mutuo agradarse para pasar rápidamente a la unión sexual la cual no se sabe si conducirá o no a nuevos encuentros. Se piensa aquí en los hombres y mujeres que en la calle, en locales y en bailes se agradan recíprocamente. Justamente esa forma de la actividad sexual parece ser la que ha dado al concepto del amor —de todos modos terriblemente versátil— ese carácter de ambigüedad que necesita cuando debe servir como justificación a relaciones pasajeras, cumplidas bajo las impresiones del momento. La mera circunstancia de que en un programa cinematográfico de una hora y media se desenvuelvan encuentros de esta naturaleza, desde el principio hasta el fin y con todas sus incidencias, no ha contribuido en pequeña medida a asegurar la frecuencia que hoy le corresponde a tales formas de la unión sexual en que lo erótico sólo alcanza el carácter de un estimulante introductorio.

Entre las dos formas descritas se extiende una incontable serie de relaciones sexuales mantenidas bajo el pretexto de hallarse fundadas en "amor" y que reclaman el derecho a no ser consideradas como simples relaciones sexuales de una naturaleza primitiva. Así se expresa una necesidad profundamente arraigada en el hombre: la de elevar lo sexual a un plano ético alegando para ello una afinidad no puramente sexual. Es cierto que las diferentes formas —que serían de considerar aquí más de cerca— aspiran a esa moralización con muy diferente derecho. En cuántos casos, detrás de la pretensión de entablar con personas de otro sexo relaciones de amistad, se halla ya, consciente o inconsciente, la voluntad de convertir esa relación en fundamento de un enlace sexual con lo cual la duración de las relaciones se la hará depender de las experiencias ganadas en el trato sexual.

Pero también allí donde el fin de la unión sexual no actúa desde el primer momento como principio rector, es necesario contar con un supuesto: mientras más frecuente sea el cambio de pareja, tanto más naturalmente se representa el momento sexual como independiente en el primer plano, tanto más conscientemente se vivirá el fin sexual como el objetivo final de todas las relaciones amorosas, verdaderas o falsas, y tanto más, por consiguiente, se

divorciaron Eros y Sexo en los hombres. Y siempre será más pequeña la probabilidad de que vuelvan a unirse un día cualquiera, cuando se busque su concierto en una relación amorosa perdurable. Aquí, y donde quiera, se demuestra que la vida sexual, si no está sometida a una constante influencia educadora, espiritualmente ennoblecedora, corre el peligro de hundirse sin esperanza en lo biológico-impulsivo.

Existen momentos específicos en la naturaleza sexual del hombre que hacen comprensible esa propensión a rebasar los límites correspondientemente fijados. Como tales mencionamos nosotros: la independencia del instinto sexual de toda periodicidad que queremos designar como su permanente disponibilidad (*Dauerbereitschaft*); más allá, la aptitud —igualmente privativa del género humano— de preparar y ejecutar conscientemente toda clase de planes a partir de lo sexual, más generalmente expresado; ensamblar lo sexual, con peso variable, en el sistema del pensamiento y la acción y, finalmente, el hecho de que las muy diferentes formas en que suele manifestarse lo sexual en el proceso de la evolución, dejan sus huellas específicas en la personalidad.

6) Sin embargo le corresponde al presente una posición llamativa en la historia de la vida sexual. Este aserto lo corrobora no sólo el creciente número de divorcios, el cada día más atrevido pronunciamiento de lo sexual en la moda, la propaganda, la literatura, el teatro, la fotografía; la consciente emancipación de la reserva y las costumbres tradicionales, sino que lo atestigua particularmente la publicidad del diálogo sobre lo sexual y sus formas de ejecución. Todo esto deja reconocer que han sido suprimidos límites vigentes, por lo menos ficticiamente, durante las dos últimas generaciones en la sociedad burguesa. Lo que aquí algunos experimentan como liberación, como destabilización de lo sexual, como la superación de una hipócrita mojigatería, inquieta a los otros como síntoma de la hipertrofia parcial y ardorosa de un solo campo de la vida.

Procesos de una tan enérgica eficacia jamás provienen solamente de afuera: presuponen siempre la disposición del hombre y esa disposición es un problema psicológico que es necesario analizar, así sea brevemente. Sería de preguntar: qué mueve al hombre de nuestros días a tomar un camino en el terreno de la vida sexual considerado como desacostumbrado por la moral tradicional? Aquí sería del caso emplear una observación crítica de la sociedad y la cultura para constatar cómo las consecuencias del desarrollo de nuestra cultura y nuestra técnica han hecho cada vez más difícil el que el hombre oriente su vida hacia un horizonte superior. La carencia de un centro propio, de una finalidad normativa, la inseguridad de la existencia personal elevada por razones internas y externas hasta lo desmesurado y el miedo, como secuela de esa in-

temperie, empujan a los hombres a olvidarse, por lo menos intermitentemente, de sí mismos y de la realidad de su ser. La forma más burda de ese olvido es la embriaguez y es comprensible que una embriaguez que, en el proceso de su maduración, estimula al hombre intensivamente en la ansiedad expectante, es preferido a otras formas de embriaguez, tanto más cuanto que aquí, finalmente —lo cual es de gran importancia en nuestra pobre y calculadora época— cada cual paga consigo mismo. Agréguese a ello la horrenda capacidad del hombre para acostumbrarse, la cual justamente, es allí más manifiesta donde son menos las realidades que levantan que las presiones deprimentes y quedará visible algo de cuanto se halla detrás de las más características manifestaciones en la evolución de la vida sexual de nuestros días.

En presencia de esas relaciones no constituye ningún reproche ofensivo contra el sexo femenino la frecuente alusión a la resistencia mínima de las mujeres ante procesos de tal naturaleza. Seguramente se está en lo justo cuando se defiende el principio de que el estado de la vida sexual de un pueblo lo determina ultimadamente, la resistencia que oponen las mujeres a las pretensiones masculinas. No convencen mucho las consabidas razones según las cuales la mujer sucumbiría aquí, como en cualquier otra parte, a las autoritarias exigencias del hombre o sería sobre manera propensa a las novedades impresionantes de la moda. Hay que pensar, por lo menos, en otras circunstancias: en el ejemplo de aquellas mujeres que perciben su medio de vida de la entrega sexual o, mediante ella, pretenden mejorar su situación; en la glorificación estética del encuentro indecoroso y de la entrega, en que hoy parecen emular las obras de arte y la literatura y no en último, término, el excedente de mujeres y con éste el desequilibrio entre la oferta y la demanda que hace esta última aún más asequible. En este último caso nos referimos al destino de aquellas mujeres que, a causa del divorcio o la guerra, han perdido sus esposos y que, frecuentemente sin muchos escrúpulos, se lanzan a la lucha por el "hombre".

De lo anteriormente expuesto se desprende, pues, que la Psicología, sin adherirse a ninguna de las teorías sexuales psicoanalíticas, está en capacidad de indicar los fundamentos y los impulsos más profundos de la vida sexual de nuestra época. Se puede dar en todo caso por característico que la irresponsabilidad ética y, particularmente la irresponsabilidad ética-social constituyen, hoy por hoy, la médula del problema sexual. Una irresponsabilidad que necesariamente se origina allí donde lo sexual se desliga del complejo total de una vida conducida responsablemente, atribuyéndole una supuesta independencia y considerándolo como un campo éticamente indiferente. Con base en los hechos y razones aludidos se nos puede dispensar el suministrar especificaciones que demuestran la

justeza de esta afirmación. Ello daría por resultado hacer aún más patente en qué se diferencian la vida sexual del hombre y la del animal.

Como todas las actividades instintivas del animal, también la actividad sexual se halla claramente delineada en el plan de estructuración y función de los órganos. Por esta razón y si prescindimos de los juegos sexuales de algunos animales domésticos, permanece unida en la forma más estrecha a la vida total de la especie animal y a su ritmo vital. Esa trabazón de lo sexual no ha sido impuesta al hombre; en la oposición o la unidad en que el espíritu y el instinto puedan encontrarse yace, precisamente, el carácter problemático de su sexualidad. Allí —como sucede en la errónea conducción de las relaciones sexuales de nuestros días— donde el instinto se impone, no solamente en ocasionales rompimientos con la voluntad espiritualmente condicionada, sino por un acto volitivo, por un querer consciente, es emancipado como de leche en sí mismo valioso, allí, decimos, se ha producido una consonancia falsa de espíritu e instinto que se aleja polarmente de aquel concierto en que el impulso y el espíritu, en inseparable unidad —Eros y Sexo— actuando en la misma dirección valoradora, permiten incluir y ordenar lo sexual en la referencia total de la vida del hombre.

Ya dijimos que esta forma ideal de conformación de la vida sexual del hombre no se puede lograr sin auto-educación. En realidad es lo sexual el campo más importante de ejercicio que se ofrece al hombre para su auto-educación. Una merma de su significación y trascendencia se hace sentir siempre allí donde al hombre se le hace demasiado fácil la solución de los problemas centrales de la vida. Bajo la divisa de "hacer fácil la vida sexual" están en marcha hoy innumerables propuestas. Que las tales hallen partidarios, es comprensible en presencia de la efectiva auto-renuncia que implica el llevar una vida sexual ordenada. No debe, sin embargo, olvidarse el hecho de que el alivio que sin duda acarrea consigo el acatamiento de esas propuestas, tropieza con inconvenientes fundamentales. El hombre tiene que crecer venciendo resistencias y la supresión de esas resistencias en puntos decisivos, no sólo le arrebató a la auto-educación sus impulsos y principios esenciales sino que disminuye la firmeza del hombre para consigo mismo. Y el hombre que está dispuesto al bien para con sus semejantes, necesita dureza consigo mismo.

II

Después de esta breve aclaración de algunos, en nuestra opinión fundamentales, problemas de la vida sexual humana en nuestros días, pasamos ahora —apoyados igualmente en medios de conocimiento psicológico— el enfoque de la cuestión: bajo qué presupuestos puede ser alcanzada una educación sexual altamente efectiva. También aquí debe buscar el punto de partida en la ineficacia

y, en parte, en el carácter perturbador de las formas de educación sexual que solemos encontrar.

1) Aún vive en nuestros días el tipo de educador autoritario que teme perder o ver menguada su autoridad, cuando para sí mismo, admite la existencia de una problemática vital de difícil solución o abiertamente insoluble. Con fuertes castigos y rudas palabras trata de sostener —aunque inconscientemente— la evidencia de la absoluta superioridad de su propia moral sexual. El deseo de aparecer —justamente frente a lo sexual—, como exento de toda preocupación y más allá de todo problema, denuncian solamente el riesgo que ellos mismos están corriendo. Ni ante los demás, ni ante sí mismos quieren tales hombres aceptar que los problemas de la vida sexual han existido o existen para ellos como para los niños y jóvenes que ahora vigilan y dirigen. Se cumple por ello aquí, en forma reiterada, una represión: no quieren recordar las derrotas sufridas por ellos mismos en el campo sexual; todo recuerdo de esa naturaleza lastima sensiblemente la consideración por sí mismos. Tampoco aceptan, obedeciendo a una necesidad de auto-cohonestación, que la problemática de la vida sexual tuvo o tiene para ellos casi idénticas características a la que exhibe la de los jóvenes para quienes se constituye en tribunal. Aceptarlo, equivaldría a desquiciar su presunta y afectada auto-seguridad. Y allí donde confianza y respeto por sí mismos son supuestos y falsos, todas las discusiones sobre cuestiones sexuales están caracterizadas por una posición de rigidez artificial. Con la inautenticidad resultante de toda esta falta de veracidad —por regla general inconsciente— surge, paralela a la carencia de todo ánimo comprensivo, la dureza de la intolerancia. Los más crasos errores de toda educación autoritaria actúan conjuntamente de suerte que no es motivo de asombro el éxito tan escaso reservado a una educación sexual de esta naturaleza.

Para una educación sexual efectiva se trata, por el contrario, de que el educador exprese inequívocamente saber por propia experiencia las dificultades inherentes al orden de la vida sexual (6). Así consigue crear él la atmósfera de confianza que dispone al joven para el diálogo. Cuanto más abiertamente surge en estos diálogos la impresión de que una lucha tenaz por el orden en la vida sexual es coronada por el éxito, tanto más eficaces llegarán a ser los estímulos que surjan de esas conversaciones. Claro, pertenece a la naturaleza de la cuestión, el que los supuestos indicados no necesitan ser cumplidos en el caso de los niños, como en el de los jóvenes.

2) Donde el educador ensaya colocarse en un plano superior al que él le concede a sus educandos; donde pretende ignorar para sí mismo los problemas presentes para sus alumnos, allí se hace imposible una verdadera actitud de confianza. Con ello renuncia anticipadamente a la condición más impor-

tante para prestar la ayuda a que está obligado por razones humanas. Cómo puede esperarse que el educando acuda con sus dificultades sexuales en solicitud de consejo y ayuda si no se le ofrece la comprensión indispensable? De esa manera se abandona al joven que lucha con sus dificultades, al fracaso deprimente de sus propios esfuerzos auto-educadores.

Justamente el acobardamiento, el desánimo, la desesperanza, juegan un papel particularmente agobiador en el onanismo. Es bien sabido que el onanismo hace su presa más fácil y con las consecuencias más pertinaces, en aquellos jóvenes que se sienten solitarios, temerosos y acobardados. Niños a quienes se suele dejar solos en sus hogares o se los arroja en compartimentos aislados, ceden a la ansiedad de estímulo y placer y se entregan con la mayor facilidad al onanismo, a menudo sólo para vencer conscientemente el miedo que los oprime. Las reiteradas recaídas que el joven sufre, pese a su mejor voluntad, acentúan su decaimiento multiplicando así su propensión a nuevas masturbaciones. Si a esto se añaden los castigos corporales y los accesos de angustia provocados por las amenazas, crece la posibilidad de un desplazamiento de la excitación (Erregungsabflusses) en la zona genital, de tal suerte que lo sexual se sustrae cada vez más a la disciplina de la voluntad.

Concurren ese estado ya vivido de debilidad de la voluntad con las amenazas aún persistentes que hablan ya de incurables trastornos del cuerpo y del alma, entonces se hace comprensible esa agobiadora melancolía en que puede caer el hombre joven en presencia de una desgarradora lucha que a él se le presenta como desesperada.

Aquí se hace evidente lo que significa para una profilaxia en la educación sexual, la alegría y la seguridad vitales y la íntima realización mediante una actividad llena de sentido.

3) El ensayo de escapar a los amenazantes peligros aquí mencionados tolerando y en algunos casos recomendando como solución de emergencia las formas de auto-satisfacción no protege contra el riesgo de una fijación instintiva de naturaleza auto-sexual y menos aún contra el onanismo mutuo. Facilita, además, lo que no es menos grave, el acceso a la actividad homo-sexual aún en casos en que no cabría hablarse, en la forma más lejana, de una disposición innata a la homo-sexualidad. Pero aun prescindiendo de estos peligros, queda un reparo de fundamental importancia: el campo de la vida sexual es el terreno más importante de la auto-educación humana. La voluntad del joven orientada hacia sí mismo y hacia la conducción responsable de la vida personal, encuentra aquí un campo de ejercicio de irremplazable valor. Justamente porque en el terreno de lo sexual la tarea de la auto-educación es tan difícil, obliga a los hombres, que se esfuerzan por auto-educarse, a un constante ejercicio y despliegue de su voluntad. La

función que aquí puede asumir lo sexual es irremplazable precisamente porque aquí la propia voluntad está dirigida hacia el hombre mismo. Poder ser duro consigo mismo y fuerte contra sus deseos instintivos, es un presupuesto esencial para probar bondad frente a nuestros prójimos. Pues, quien está entrenado en la renuncia a satisfacer impulsos y deseos egoístas, ha superado una importante barrera que de otra manera estorbaría la colaboración con sus semejantes.

No es éste el lugar de discutir prácticas psicotérapéuticas muy difundidas, en las cuales, por lo menos así lo parece, el desenfreno del impulso vital individual es apreciado en forma más alta que la responsabilidad ética social. Serían aquí necesarias consideraciones fundamentales y muy específicas que rebasarían los marcos de una contribución destinada no a la polémica sino al esclarecimiento.

4) Considérese desde este punto de vista el problema del onanismo y con él muchas otras cuestiones atinentes a la satisfacción substituta de las necesidades sexuales y se pondrán de manifiesto las cambiantes concepciones y aptitudes que hoy se aceptan como opiniones satisfactorias de especialistas. El aserto compartido por la mayoría de los médicos en torno al onanismo, según el cual éste no sería perjudicial para la salud mientras no sea objeto de abusos y, consecuentemente, sería aconsejable tolerarlo antes que combatirlo con amenazas e intimidaciones que sólo logran provocar perturbaciones psíquicas, es justo cuando se pregunta solamente por la salud y no por el valor total de la personalidad. El valor de la personalidad asciende en la medida en que el hombre aprende a sobreponerse a sí mismo y a desarrollar las fuerzas de la voluntad al servicio de su auto-educación. En el camino de la auto-educación la lucha contra la satisfacción sucedánea del instinto sexual constituye una estación cuya importancia no es tan hacedero menospreciar. Estamos muy lejos de condenar en forma simple, como gravemente inmoral, toda actividad sexual prenupcial. Quien tal pretenda, con motivos éticos o religiosos, debe contar con que está adelantando una lucha estéril y que la carga de conciencia y el sentimiento de culpa que con ello ocasiona, pueden falsear el desarrollo de la personalidad y de su sexualidad con consecuencias difíciles de desestimar. Ya la sola circunstancia de que la relación entre la potencia del instinto y la fuerza de la voluntad sea diferente en cada individuo, determina el que la demanda de abstinencia sea también diferentemente acatada, según el caso particular.

Sin embargo, entre esta demanda y un franqueamiento de la actividad sexual en cualquiera dirección, se dilata un campo intermedio de posibilidades numerosas entre las cuales decide el hombre individualmente. De lo dicho hasta aquí debe haber quedado claro qué puntos de vista pueden intervenir en esa decisión: la importancia sobre-individual

de toda actividad sexual, destacada por nosotros en el Capítulo I, que proclama la responsabilidad ética-social; la obligación pedagógica individual que se desprende de nuestras reflexiones sobre la importancia del factor sexual para la auto-educación del hombre, y finalmente, las instancias contenidas en la estructura instintiva de la personalidad, su destino espiritual y sus relaciones con el mundo circundante que, como factores variables en la realidad de la vida y la educación sexuales ganan significación; todos estos momentos juegan un papel de suma trascendencia para ser perdidos de vista. Educación no es aquí por lo tanto, menos aún que en otras esferas, susceptible de ser alcanzada con recetas draconianas de naturaleza general; por el contrario es y permanece en todo caso, como tarea de una decisión responsable. Pero la decisión no se realiza jamás, por su propia esencia, recurriendo a esquemas de soluciones elaboradas; la decisión interesa y compromete la responsabilidad personal e implica con ello, consideraciones de todos los factores y condiciones en la proporción en que el individuo actuante tiene conciencia de ellos. En consecuencia, la solución propuesta significa que en ningún caso puede ser recomendada toda forma de actividad sexual. Ello equivaldría a educar al hombre para la irresponsabilidad. Restricciones demasiado severas, sin embargo, oprimirían a muchos hombres en forma insoportable. De toda suerte el hombre debe permanecer consciente, allí donde se compromete sexualmente, de que su actividad, ética y social, es todo lo contrario de algo indiferente. Sólo partiendo de ese conocimiento y de la responsabilidad que él alimenta, se desarrolla el afán del hombre porque su vida sexual no entre en contradicción con el orden de su vida ética. Donde ésta falta, carece todo principio de una auto-educación sexual.

5) Pero no se trata de hablar aquí solamente del fracaso de la responsabilidad individual y social-ética, sino de los equivocados ensayos de educación sexual en que no se logra reconocer en forma suficientemente clara la importancia de lo sexual y de las relaciones sexuales para el ser humano y para la vida de comunidad.

La creencia de que el reino de lo sexual es tan fácilmente accesible a la conducción intelectual como otros campos de la existencia, ha difundido la opinión de que mediante aclaraciones correspondientes sobre lo sexual, sus formas de consumación y su importancia, puede ser erigida en una efectiva moral sexual. Ha llegado a ser típico de nuestro tiempo el esperar efectos milagrosos de la aclaración sexual. En consideración a las preguntas relativas a la sexualidad que ya se plantean en la edad infantil, se han elaborado campos de enseñanza especial y formas de instrucción de cuya utilización se esperan resultados sorprendentes.

No se piensa aquí solamente en las explicaciones en el seno de la familia en que preguntas como "de

dónde vienen los niños, cómo llegan al vientre de la madre, qué participación tiene el padre en el nacimiento del niño" son respondidas según el orden en que van siendo planteadas. Una aclaración de esa especie puede ser de importancia duradera en la evolución de la vida sexual, en la medida en que se prodigue oportunamente y en forma digna. Característico de nuestro tiempo es también el tomar a la escuela como el lugar apropiado para la aclaración sexual; primero porque el hogar ha fallado absolutamente en ese sentido y luego porque se cree que la escuela dispone en la clase de Biología y quizás en la de Religión de los conocimientos que exige una aclaración y dirección sexuales. El camino usual de la explicación biológica que de la fecundación y el desarrollo de la semilla en las plantas desemboca en la procreación y nacimiento de los animales para tratar, finalmente, en los marcos de la Antropología y en la forma más o menos alusiva los mismos problemas en los hombres, corresponde en su progresivo carácter a representaciones pedagógicas muy extendidas.

Queremos prescindir de que la escuela, por regla general, llega demasiado tarde con las explicaciones que está en capacidad de ofrecer; de que nuestros niños mediante el intercambio de experiencias recíprocas reciben tales explicaciones en calidad de confidencias de tal suerte que las razones que les quieren transmitir, ni los alcanzan ni los convencen. Más interesante nos parece otro momento: se debería meditar sobre el hecho de que enseñanzas de esta naturaleza no deben ser transmitidas como conocimientos escolares regulares en las horas comunes de clase, sino más bien que su carácter particular, altamente importante para la educación del hombre, sugiere una forma de transmisión individual. Toda enseñanza colectiva debe contar con que está actuando en forma diferente sobre cada individuo particular y que, por ejemplo, la activación de la voluntad en un caso, provoca en otro un repudio interno a todo ensayo de influencia. Al final de tales ejercicios escolares viene luego el diálogo entre los alumnos siendo de temer que el cambio de experiencias y puntos de vista haga aún menos eficaz la influencia que en un principio pareció haberse alcanzado.

De acuerdo con ello es de recomendar una aclaración individual que, por su esencia, apenas podría ser rendida por la escuela. Tiene que continuar siendo una cuestión del hogar. Sin embargo, la torpeza que por regla general se observa en tales ensayos de esclarecimiento por parte de los padres, difícilmente se deja descartar. Y aún aquellas explicaciones de los padres que son aceptadas gustosamente, no excluyen incomprendiones, acentuaciones falsas e imprudencias de las más variadas formas.

Todo habla, pues, de una división del trabajo entre la escuela y el hogar en que aquella transmita los conocimientos biológicos sin una referen-

cia directa a la vida sexual humana y sólo como presupuesto para la posterior explicación por parte de los padres. Una acción conjunta de escuela y hogar en que la explicación propiamente individual le fuera reservada a la familia —instruída convenientemente para esa difícil tarea— podría ser considerada en efecto como una solución apropiada al problema del esclarecimiento. Desgraciadamente se adolece, entre muchas otras cosas, de una estrecha acción común entre la escuela y el hogar, condición necesaria para la realización exitosa de tales esfuerzos clarificadores. Solamente donde la casa y la escuela se enlazan en recíproco cambio de experiencias y mutuo conocimiento de medidas, y con igual claridad, igual prudencia e igual responsabilidad ensayan cooperar en la misma tarea, se podrá hablar de una solución satisfactoria de ese problema.

Los reparos que hemos formulado en torno a las explicaciones por grupos y los eventuales efectos contrarios que puede producir, se dejan iluminar desde otro punto de vista. La particular intimidad de lo sexual que, pese a todos los esfuerzos esclarecedores, permanece irreductible, dificulta una información más profunda de los fenómenos sexuales, cuanto más que el propio educador actúa determinado por la vivencia de esa intimidad. El intento de alcanzar el grado de claridad que parece conveniente para una completa eficacia de la tarea educadora haciendo proceder la aclaración gradual de referencias preliminares, ha sido llevado a término en grandes proporciones recientemente en Suecia. Y muchas veces se tiene la impresión de que la aclaración sexual ha llegado a constituirse en el asunto central de la educación contemporánea de ese país. Quien parta de la suposición de que en lo sexual se trata exclusivamente de un campo de la vida comprensible naturalmente que puede y tiene que ser en su totalidad objeto de una consideración científico-natural como cualquiera otro campo objetivo de las ciencias naturales, no podrá levantar la menor objeción frente al experimento sueco. Mediante nuestras argumentaciones introductorias creemos haber producido frente a ellos la prueba de que la esfera de lo sexual no puede ser tratada en el mismo sentido que otros reinos de la vida, solamente desde el punto de vista de la ciencia racional.

Lo que parece haberse consumado aquí es una de esas irrupciones, comunes en nuestro tiempo, de la manera de pensar racional en el ámbito de la vida humana. Solamente quien se halle asistido por la creencia de que los acontecimientos de la vida humana se cumplen dentro de un orden racional, puede hablar en favor de una racionalización en la explicación de los fenómenos vitales. Pero que la específica y profunda originalidad, propia de lo sexual —como lo prueba el radiante efecto que, partiendo de él, inunda los campos de lo emocional— prohíbe un tal enfoque racionalista, tiene que

ser advertido siempre que se intenta subordinar la vida total a órdenes racionales. No consiguen, pues, todos los enunciados meramente racionalistas carácter obligatorio alguno frente a procesos de la vida que, por su dinámica y su especificidad, escapan a una final determinación racional. El inconveniente no radica, pues, solamente en la forma inadecuada en que se adelanta la aclaración sexual en la juventud y la infancia, sino, principalmente, en la esterilidad de tales esfuerzos, o, por lo menos, en su limitada efectividad frente a los resultados positivos experimentales. Más exactamente: no se producirán estos resultados positivos, lo cual no excluye la secuela de resultados negativos inherentes a ensayos insuficientes de clarificación.

Frente a todas las tentativas realizadas hasta ahora para alertar a los jóvenes mediante la enseñanza sobre la importancia y los peligros de lo sexual para la reglamentación de su vida en ese campo, resta, pues, vigente una objeción: su carencia de fuerza convincente. La cuestión que se insinúa aquí como problema específicamente psicológico, es la de lograr, según las posibilidades, fórmulas que eduquen y comprometan a la necesidad de orden en la vida sexual. En primer lugar es necesario mencionar aquí el momento de la preparación emocional para la explicación correspondiente. Hoy sabemos que los impulsos decisivos para la configuración de la vida, provienen de los fundamentos afectivos de la vida psíquica. Solamente de conocimientos arraigados en los más profundos estratos emocionales de la personalidad, se pueden esperar con suficiente probabilidad, influencias determinantes en la conducta. Se busca, pues, alcanzar las capas emotivas más hondas de la persona, combinando aquellas enseñanzas sobre lo sexual en aquellas concepciones ideológicas fundamentales que prometen el efecto más profundo sobre el hombre y su conducta. Es típica de esa orientación la naturalidad con que a menudo se funda la instrucción pedagógico-sexual sobre lo religioso. Sin embargo, ese camino debe ser tomado con la más grande de las reservas. Muchos graves defectos del desarrollo humano, en que lo religioso y lo sexual se presentan en una muy estrecha alianza, muestran con toda claridad que de allí pueden surgir no ya solamente peligros para la educación sexual sino también para el orden de la vida religiosa individual.

6) Sin pretender, con esta referencia, ejercitar una crítica fundamental a los intentos de influir en la vida sexual del hombre con motivos religiosos, nos parece indicado tratar de conseguir que se produzca la obligatoriedad de los enunciados pedagógico-sexuales aludidos, siguiendo un camino diferente de valoraciones. Aquí hay que pensar, en primera línea, en aquella vivencia de respeto que se experimenta no sólo ante el prodigio de lo sexual, sino frente a los portentos de la vida total. Encuentro respetuoso con las fases todas de la vida, in-

cluye respeto por el reino de lo sexual. La timidez con que muchos hombres se comportan en el terreno sexual está lejos de indicar, en todos los casos, una educación defectuosa y a mí se me hace a menudo esa reserva un documento directo de respeto no sólo hacia ese sino hacia todos los otros campos de la vida.

Hay que añadir a esto, ciertamente, una orientación moral básica más individual cuyo carácter de obligatoriedad no es pequeño. No puede perderse nunca de vista que la integridad, la rectitud en la conducción de la vida es una condición necesaria para el sostenimiento de la consideración que a sí misma debe la persona, y que esa integridad no se alcanza sino mediante la preservación y cuidado de sí mismo. Hoy tropezamos, ciertamente, con muchos hombres que no experimentan ya o no poseen esa necesidad de rectitud e intangibilidad y que, sin embargo, se sienten con derecho a exigir respeto, y, lo que es más, exhiben a veces tendencia desmesurada de autoconsideración. Lo que resulta altamente problemático es si los "éxitos" que hombres y mujeres se apuntan en el campo sexual, justifican esa elevada estimación de sí mismos. Toda apreciación aislada de lo sexual, particularmente en una perspectiva de valor, separa la actividad sexual de la totalidad de las realizaciones vitales, divorcia Eros y Sexo en la forma trágica que ya fue descrita.

Pero más importante es aún la orientación social-ética de la educación sexual. La razón de la visible esterilidad de los esfuerzos dirigidos hacia la renovación de la vida sexual, parece residir en el hecho de que, así en el campo general de la educación, como en el de la instrucción sexual se apela muy directamente al egoísmo del individuo. Quien, por ejemplo, en el combate contra las enfermedades sexuales, no reconoce otro argumento que el de la defensa de su propia salud, pierde de vista la obligación ética-social sin la cual la prevención del contagio no puede fundamentarse suficientemente. Y quien se acostumbra a moldear su vida amorosa en la forma menos comprometedora posible a fin de protegerse de las complicaciones que pueden surgir de relaciones responsables y por tanto comprometedoras, degrada la unión amorosa, sustrayéndola a la esfera de la responsabilidad social. Ninguna educación sexual puede tener éxito sin el llamado constante a la responsabilidad ética-social.

Si han de tener éxito los esfuerzos que, por el camino de una educación basada en la actitud respetuosa frente a las circunstancias de la vida, conduzcan a una responsabilidad moral y social del hombre en la ordenación y conducción de su vida sexual tiene que ser llenada, necesariamente, una condición, que, justamente en nuestro tiempo, exige ser expresamente formulada. La falta de asistencia y cuidado de la vida afectiva —presente ya desde la más temprana niñez— conduce por consecuencia a una pugnacidad, a un enfrentamiento irreconciliable de lo espiritual y de lo impulsivo en el hom-

bre. En lo afectivo experimenta el instinto, primeramente, su ennoblecimiento y solamente en lo afectivo realiza lo espiritual, con sus exigencias de valor, su más profunda humanización. De allí el que solamente una vida emocional plenamente evolucionada constituya un puente de suficiente resistencia entre espíritu e instinto. Y sólo donde ese puente, mediante la labor educativa, ha sido edificado, se moverán Eros y Sexo hacia el encuentro, hacia la unión de la cual depende la moralidad de la vida sexual.

Pero para una mayor y más efectiva fuerza de convicción (*Verbindlichkeit*) de los enunciados pedagógicos sexuales es necesario tener siempre presente la situación respectiva en que se halla el educando. El esfuerzo de ejercer una influencia pedagógica está siempre limitado, más en los niños que en los jóvenes y adultos, por la actitud tímida y huraña propia del momento actual de la vida en que se encuentran, limitación, por otra parte, muy difícil de superar. En el caso de los niños, más que en el de los adultos, se trata de aprovechar el "momento de fecundidad" en que pueden ser alcanzados por las influencias educadoras. Tanto más fuertemente vive el joven hacia afuera, tanto más difícil resulta aprovechar pedagógicamente, en forma fecunda, el instante de la auto-reflexión (*Selbstbesinnung*), a menudo tan inconstante y pasajero.

Los hechos anotados refuerzan la precaución ante los ensayos de la aclaración por grupos. Fuera de esto hacen cuestionable y dudosa una progresiva aclaración sexual siguiendo el rígido orden de los demás ejercicios escolares. En ejercicios de esta índole debe contarse con que un alto porcentaje de los niños y jóvenes aludidos no serán alcanzados e influenciados en forma suficientemente profunda por la enseñanza. Pero también la instrucción individual supone y exige que aquellos que la adelantan animados por el propósito de darle toda su fuerza persuasiva, estén al tanto de la situación interna del joven que se pretende ilustrar. Estos supone un tacto tan fino que ni siquiera llega a ser logrado mediante una formación psicológica, por metódica y seria que ésta sea.

En cuanto respecta al hogar, la enseñanza debe fundarse en las etapas más importantes de la vida infantil. Aquí, como en determinadas transiciones a nuevas formas de vida y fases de evolución, donde el joven es enfrenta esperanzado a lo porvenir, se halla por regla general particularmente dispuesto a enseñanzas que él acepta como reglas para la vida futura y su orientación. Más abierto aún que en momentos de fracaso y rechazo se ve obligado a replegarse sobre su propia alma, descontento y en lucha consigo mismo. Y algo que importa tanto para la unidad de la persona total como es lo sexual, no debiera ser nunca acometido justamente en los instantes de desavenencia interior del hombre.

El hecho de que muchos educadores, particularmente padres y maestros, no se hallan dispuestos a comprometerse en una educación sexual directa, hace comprensibles dos fenómenos: de un lado la pretensión, cada más extendida, de contribuir a la ilustración de sus hijos y discípulos en los problemas de la sexualidad, sin una irrupción franca, directa en el campo de lo sexual, por el camino de las referencias indirectas. Esfuerzos de esta naturaleza no aseguran siempre una completa claridad de los enunciados. De lo sexual se hablará allí, a lo sumo, con insinuaciones. En qué proporción tienen importancia esos esfuerzos para la educación, depende no solamente de la autoridad que el educador haya ganado en otras esferas de acción entre los niños confiados a él, sino del grado en que esos niños y jóvenes sepan interpretar sus alusiones. Por lo demás, el éxito depende, en tales casos, de la propia experiencia ganada por los niños y jóvenes en el terreno de lo sexual. Es decir que, justamente, el tratamiento del tema ante un auditorio ya ilustrado, permiten múltiples interpretaciones que pueden frustrar la cuidadosa discreción del educador.

De otra parte se ha extendido la costumbre, ya mencionada por nosotros, surgida de la timidez de muchos padres y maestros de sentirse personalmente responsables en la educación sexual de los jóvenes, de asignarle a personas particulares, por ejemplo a determinados maestros, médicos y sacerdotes, el encargo de tratar en conferencias, con miras y propósitos pedagógicos, el problema de la vida sexual. Ya han sido expuestos los reparos que serían aquí de formular. Pero debe subrayarse que también en estos casos resultan más fuertes los resultados desventajosos que los éxitos educadores.

Pero cualquiera que sea la posición asumida por el educador: tanto el silencio, como la alusión o como la exagerada insistencia y realce del problema, expresan exactamente lo mismo, a saber: la convicción, tácita la mayoría de las veces, de que se trata aquí de un campo de naturaleza particular con demandas completamente específicas, que no reaparecen en ningún otro terreno de la educación. Todo esto provoca, conscientemente o no un pronunciamiento, un realce del complejo de la vida y educación sexuales que hallan tanta resonancia en el joven mientras más orientadas se hallen su fantasía y sus necesidades instintivas en el terreno de lo sexual, bien a causa de una propia problemática vital, o bien a consecuencia de explicaciones provenientes de otras fuentes. El mismo realce se opera también en los niños pequeños cuando mucho antes de alcanzar la evolución apropiada, se sienten aludidos, con mayor o menor nitidez, por un hecho cuyo manejo resulta desacostumbrado, extraordinario, importante o peligroso, pero en todo caso fascinante.

No pertenece solamente a las particularidades de la vida psíquica humana el que, aquello que despierta consideración preferente gracias a su carácter fascinante, gana al mismo tiempo sobrevaloración. No es exclusivo de lo psíquico, el que pueda ganar en vigor aquello que, sin ser importante en sí, es colocado, mediante actos de realce, en el centro de la atención. Visto así, no necesita la prepotencia de lo sexual demostrar en cada caso la particular dinámica individual de lo sexual, como parecen pretenderlo muchos tratamientos psicoanalíticos. Más bien es posible que el tratamiento mismo, en tanto está ideológicamente determinado por el papel capital de lo sexual, provoque en su transcurso una exagerada valoración de su importancia. Es así como vemos confluír, sobre aquello que se coloca en el primer plano del interés, energías que de por sí no están a su disposición.

También debe ser recordado aquí que el mismo efecto, el realce unilateral de la importancia de lo sexual provocado por el trato revelador, puede surgir de igual manera del ocultamiento, el disimulo o cualquiera otra forma de acentuación afectiva que infunda a lo sexual la dinámica de una valoración especial en la experiencia del joven. Como en otros puntos se demuestra también aquí que medidas muy diferentes pueden conducir, en lo psíquico, a idénticos efectos, particularmente cuando entran en competencia dos formas muy diversas de legalidad: las que, respectivamente, le son propias a lo emocional y a lo racional. Fundamentalmente hay que significar que, el peso real que le corresponde a un fenómeno psíquico, no puede ser nunca aproximadamente determinado por una apreciación aislada, sino mediante una observación de vasto alcance totalizador que pueda ver lo parcial en conexión con la totalidad ordenadora. Y, precisamente, la consideración, el examen de conjunto, prohíbe acentuaciones falsas y unilaterales, también aquellas de proveniencia ideológica.

2. La circunstancia de que la trascendencia individual de la sexualidad está determinada, más, allá por la forma en que llegue a ser experimentada, repercute de manera completamente distinta en el campo de la educación sexual. Para algunos educadores está en primer plano la lucha contra un posible o ya en marcha desamparo sexual: para otros surge la exigencia rigurosa de la castidad pre-nupcial con tal fuerza que rebasa todo lo demás; un tercer grupo se vuelve contra el peligro de las enfermedades venéreas resultante de una vida sexual desordenada, y finalmente, una cuarta dirección se orienta contra la sexualidad de las artes plásticas y contra una literatura ilustrada que se ha extendido avasalladoramente en los últimos años. Deténgase el lector ante campos tan diferentes de lucha —cuya importancia no queremos de ninguna manera disminuir— y reconocerá cómo el aislamiento en que se mantiene la tarea de la

instrucción sexual dentro de la vida educativa de nuestro tiempo, da lugar a una preferencia de lo ya eliminado, de suerte que ya un aspecto, ya el otro, se coloca en el primer plano como si a ese solo le correspondiera la importancia decisiva.

En presencia de este inconveniente indudable surge la pregunta de si, mediante una tendencia opuesta es decir, mediante una consciente y sistemática articulación en el proceso pedagógico total, no podrían ser superadas deficiencias esenciales en la educación sexual contemporánea. Aquí hay que partir de un conocimiento que pasa siempre inadvertido a causa, precisamente, de esa tendencia a la incoherencia característica de la educación actual: nos referimos al hecho de la indivisibilidad esencial de todo lo pedagógico. El sentido de esa indivisibilidad, pide una corta interpretación. En el seno de la personalidad integral del hombre, urdido en numerosas relaciones sociales, no debe perderse nunca de vista un hecho: el de que, en el hombre individual actúa lo uno sobre lo otro, todo sobre todo; así exactamente, en el campo de lo social un grupo sobre otro a través del individuo. Esto significa, prácticamente, que, a través de las actuaciones del uno, también las posibilidades de acción del otro pueden ser considerablemente influenciadas, aumentadas, o reducidas o modificadas en su dirección.

De esta circunstancia, altamente complicada, que aquí sólo puede ser muy generalmente caracterizada, se ha tomado muy poca cuenta en nuestra educación. En el hogar cada uno educa, a lo sumo, a su manera y en la escuela cada maestro en el sentido de sus premisas educativas y con el énfasis y el vigor que le confieran respeto profesional e importancia personal. Más allá hay que pensar en las numerosas y contradictorias influencias, no pedagógicamente intencionadas, ejercidas por la vida misma.

En presencia de esa peligrosa disposición de la vida educativa de dar campo a influencias y reacciones continuas y heterogéneas, se levanta sobre el campo de la pedagogía sexual el interrogante de si no es indispensable en la esfera general de la educación, un celoso escrutinio de los actores de la enseñanza y de los poderes educadores, por lo menos en el caso de jóvenes que aún no disponen de la posibilidad de una decisión responsable. La cuestión aquí planteada es de importancia capital. Para el adulto o para el hombre en proceso de maduración no puede ser, en muchos casos, sino ventajoso experimentar el carácter contradictorio de las tendencias que acarrea la vida individual y social y verse obligado a tomar decisiones en que él —juzgándose y eligiéndose a sí mismo— gana sostén para hacer frente a las demandas que la vida total se encargará de proponerle. Mas, aquello que para el adulto puede ser de provecho, se prueba como extraordinariamente pernicioso cuando se lo traslada a la niñez. Aquí es donde la autoridad de los adultos,

costumbres y tendencias precoces se imponen más tenazmente y con mayores consecuencias que en etapas posteriores de la vida, es aquí donde debe hallarse la explicación de muchos casos de desarmonía en el desarrollo del individuo, con base en esa lucha interior y exterior entre influencias encontradas y opuestas.

3. De nuestras reflexiones debe haber quedado claro, que para una efectiva educación sexual se hace indispensable superar ese aislamiento y esa parcelación aún dominantes. Que hacia adelante sólo puede conducir el ensayo, no de añadir, sino de ensamblar la instrucción sexual en la vasta totalidad de la educación.

Evidentemente se reflejan las debilidades de la educación sexual de hoy en otros campos parciales de la educación general, exactamente como ciertas manifestaciones actuales de la vida sexual en otros reinos de la existencia humana. El egoísmo que rige oculto tras la ideología de apurar los placeres sexuales, determina nuestra vida total y la invocación de tendencias egoístas a que se apela reiteradamente y sin escrúpulo en la educación sexual, no se diferencian sustancialmente de aquellas a que acuden la escuela y el hogar en la formación cultural general. A la sobre-estimación que sufre el goce de los placeres sexuales en su importancia para las aspiraciones de felicidad del hombre, marcha paralela una valoración unilateral de los éxitos exteriores de la vida que ignora, tanto como aquélla, los verdaderos supuestos y los profundos objetivos de los anhelos de felicidad humana. La fuga en el olvido que toda embriaguez significa, la comparten muchos impulsos de la vida sexual con otras manifestaciones en las cuales busca aturdirse el hombre que no es dueño de sí mismo. El laberinto de la vida sexual y los errores de la educación sexual, vistos así, no están aquí aisladamente. Aparecen como síntoma de los mismos extravíos que determinan radicalmente nuestra vida presente.

Qué se insinúa, pues, al reflexionar, sino mediante acciones pedagógicas intensivas, orientadas hacia la lucha contra las más vastas causas de esos extravíos, ordenar las urgentes tareas de la educación sexual en el complejo de la educación total? No deben ser combatidos aquí, como en la nueva medicina, las causas efectivas de las enfermedades y no, como desgraciadamente sucede aquí y allá, solamente los síntomas?

En el sentido de presentar las fundamentales deformaciones de nuestro tiempo y de someter la totalidad de la acción educadora a una observación de conjunto, ha publicado el autor hace poco un pequeño libro "Revisión de la Educación" (Revisión der Erziehung. Editorial Quells y Meyer, Heidelberg. 1954) al cual él, sin necesidad de profundizar, debe referirse aquí.

Allí se ha ensayado hacer frente a la supuesta falta de claridad de la misión pedagógica de nues-

tro tiempo, mediante la presentación de dos objetivos que pueden valer para toda educación: para la educación intencional en el hogar y en la escuela, para la educación de sí mismo, y de los extraños, para la formación de jóvenes y adultos, pero también para la valoración de las reacciones educadoras inintencionadas, casuales, provenientes de la vida de comunidad, con sus órdenes y desórdenes. Se plantea la cuestión de si las exigencias de la educación sexual se dejan ordenar en aquellos objetivos, y en caso dado, con cuáles perspectivas de éxito.

Ante el tremendo fracaso en lo humano que ha llegado a ser sintomático de nuestro tiempo, aparece como primer objetivo de toda educación el desarrollo del ser personal en una dirección humanística, para la humanidad. Con ello no se piensa mucho en el trato con aquellos bienes espirituales en que se han expresado las más altas formas de evolución de la especie humana, sino en la humanización del encuentro del hombre con el hombre. En cuanto atañe al proceso educativo, esto significa que una educación humanística, para la Humanidad, en nuestro sentido, sólo se haría posible en la medida en que se lograra constituir comunidades educacionales fundadas en la responsabilidad frente al prójimo y en las cuales se ejercitaran con constancia aquellas virtudes de una vida conducida a base de recíproca responsabilidad. No cabe duda de que la tarea de la educación sexual en todos sus campos esenciales, puede hacerse manifiesta y operante en el aspecto de la obligación ética-social. Esto significa, prácticamente, que el orden de la vida sexual aparece como un problema soluble cuando se logra cimentar, mediante la educación social-ética, una responsabilidad humana tan eminente que también la conducta sexual se subordine a su efecto regulador.

Desarrollada en el mismo lugar la finalidad de toda formación cultural, a saber: la mayoría de edad espiritual del hombre manifiesta su importancia en el terreno de la educación sexual. Esa mayoría de edad espiritual que, en última instancia, significa relativa independencia frente a las orientaciones y prejuicios de la moda, más exactamente: independencia de las decisiones individuales frente a las influencias de la masa, le facilita al hombre la tarea de su auto-determinación. Y en el grado en que se progresa bajo la responsabilidad ética-social, conduce a la auto-educación y, al paso que regulando lo espiritual, influye sobre el proceso de una educación para la Humanidad.

Ambos objetivos suponen, para su realización, que los hombres de nuestro tiempo se aparten de falsos ideales. Aún se toma muy a menudo por felicidad el éxito personal y la seguridad vital inherente; aún consideran innumerables hombres como la culminación de una vida, dichosamente conducida, las oportunidades de goces ilimitados y la desenfrenada realización de aspiraciones y deseos per-

sonales. En este lugar es necesario decir que la superación del egoísmo franco o encubierto que una educación humanística en nuestro sentido, concluye, sólo se logra cuando le es dado orientar los hombres hacia su interioridad y consolidar profundamente su sentido por lo verdadero y lo valioso. La distinción entre un amor aparente y un amor legítimo, algo de suma importancia precisamente en el campo de lo sexual, implica un sentido desarrollado para lo duradero, es decir, para lo auténtico y valioso, una dimensión que ha perdido el hombre de hoy en el vértigo del afán de éxito y en la fuga del miedo. Mientras más claramente sea reconocida la filiación comunitaria de todo lo sexual, tanto más patente se hará el contrasentido vigente en muchas formas, aún comunes y corrientes, de educación sexual. Bien que la aclaración sexual se ponga al servicio de una inmunización contra procesos equívocos y seducciones, o se dé como instrucción anti-concepcional o protección contra contagios; bien que se ensayen legalizaciones aparentes y transitorias de las relaciones sexuales bajo ésta o aquella denominación, siempre habrá que preguntar al juzgar tales empeños, si éstos se vuelven hacia el egoísmo del individuo o si, por el contrario, toman impulso y derecho a la existencia del llamado, primero, a la responsabilidad interhumana. Algo que, como lo sexual, incide tan profundamente sobre el complejo de la vida social, no será puesto nunca, en forma lo suficientemente convincente, sobre el

plano de la responsabilidad ética y social. Empresas aún notoriamente influyentes en nuestros días, enderezadas a ennoblecer tendencias egoístas mediante conocimientos eruditos, algo como si un egoísmo bien entendido sirviera en la forma más eficaz a una conducta altruista, no rechaza el egoísmo concluyentemente a sus límites, sino que, más bien, lo transforma en base de una "ética social", que, a causa de esa fundamentación se pone a sí misma en tela de juicio, tanto en lo que atañe a su idea como a su acción.

La mínima exigencia de una educación a base de responsabilidad ética y social sólo puede ser la de conducir a los hombres, de todo corazón, a no emprender nada que pueda resultar lesivo al cuerpo, al alma, a la felicidad, al honor y a la integridad de sus prójimos. Esa demanda de toda pedagogía social, abarca los motivos esenciales de un orden en la vida sexual. Donde un hombre es educado moralmente en el espíritu de ese postulado, se harán innecesarias muchas prácticas de la cuales aún se sirve, demasiado ligeramente, la educación sexual en sus diferentes direcciones y campos de trabajo. Una fundamentación a base de responsabilidad ética-social libraría a la educación sexual —y eso es lo que nos importa— de ese precario carácter suplementario a que hasta hoy ha venido entregada, en parte por una intolerable sobrestimación, en parte por un insoportable abandono.

NUESTROS COLABORADORES

DARIO ROZO M.

Colombiano. Ingeniero Civil (1919), de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad de Colombia. Obtuvo por oposición el cargo de Primer Geodesta del Estado Mayor del Ejército, y fue, más tarde, miembro de la oficina de longitudes del Ministerio de Relaciones Exteriores, habiendo participado en la demarcación de las fronteras de Colombia con todos los países limítrofes.

Fue rector de la antigua Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional; Subdirector del Instituto Geográfico; y luego, Jefe del Centro de Investigaciones Científicas del mismo.

Fue profesor de varias materias en la Facultad de Ingeniería, principalmente de Astronomía, Geográfica y Geodesia.

Es miembro de las academias de ciencias exactas de Colombia y Venezuela, de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, de la de Geografía de Colombia y de otras asociaciones científicas.

Dario Rozo M., Caballero de la Orden de Boyacá, es reputado como uno de los más ilustres matemáticos del país, siendo universal su cultura. Cultiva entre sus pasatiempos la pintura, habiendo dado pruebas de una gran inspiración artística. Entre sus publicaciones más importantes figuran las siguientes: "Mitología y escritura de los Chibchas", "Entidad de la Física", "Teoría de los Errores y Mínimos Cuadrados", "Tablas y Fórmulas para el uso del Hipsómetro", "Tablas para las Refracciones Astronómicas", "Nuevas Ideas sobre la Relatividad y sobre la Formación de la Materia" y "Curso de Astronomía de Campo", aún inédito.

JULIO CARRIZOSA VALENZUELA

Colombiano. Miembro de Número de la Academia Colombiana de Ciencias. Estudios en el Seminario Conciliar Mayor de Bogotá y en la Escuela Militar. Oficial de Artillería del Ejército en la misma escuela. Posteriormente estudió en la Facultad de Matemáticas e Ingeniería, entidad que le otorgó el título de ingeniero civil.

La vida de Carrizosa Valenzuela fue dedicada desde su juventud, a la docencia y a la investigación. Así sale de la facultad universitaria como alumno, para volver a ella bien pronto como profesor de varias cátedras, y ser luego el rector de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería, y en varias ocasiones rector de la Universidad Nacional y Ministro de Educación.

Ha sido miembro del Consejo Directivo de la Universidad Nacional, rector del Gimnasio Moderno, miembro del Ateneo de Altos Estudios, presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. Es, actualmente, profesor de la Pontificia Universidad Católica Javeriana y presidente de la Sociedad Colombiana de Matemáticas.

En 1952 fue distinguido con la señalada distinción de Profesor Emérito de la Universidad Nacional por su labor docente de más de veinticinco años. Como reconocimiento a sus méritos le han sido otorgados los siguientes premios y distinciones: premio "Ponce de León", medalla "Francisco José de Caldas", condecoraciones de las órdenes de Vasco Núñez de Balboa en el grado de Gran Cruz y la Legión de Honor en el grado de Oficial.

Es autor de muchos artículos publicados en revistas científicas y de la importante obra "Resistencia de Materiales".

LUIS DE GREIFF BRAVO

Colombiano. Ingeniero (1931) de la Escuela Nacional de Minas de Medellín, en donde bien pronto se distinguió por sus excepcionales capacidades para el estudio de las matemáticas, alcanzando las cátedras de álgebra superior y de geometría analítica en la misma facultad y por los mismos años en que terminaba su carrera.

Ha sido ingeniero de las siguientes obras: de cálculos estáticos de edificios nacionales en el Ministerio de Obras Públicas, obras municipales de Medellín, de la Central Hidroeléctrica de Riogrande, del levantamiento del plano ae-

reofotogramétrico de Medellín, llevado a cabo por el Instituto Geográfico, etc.

Ha tomado parte en los siguientes congresos de Ingeniería: Medellín (1944), Cali (1949), Congreso Bolívariano de Quito (1948), Congreso Internacional de Matemáticas (Universidad de Harvard, 1950).

Socio honorario de la Sociedad de Ingenieros Arquitectos del Ecuador, miembro de la Sociedad Antioqueña de Ingenieros, de la Mathematical Association of America, de la Academia de Ciencias de Nueva York, de la Academia Colombiana de Ciencias.

De Greiff Bravo es uno de los más prominentes matemáticos jóvenes del país, cuya vida se ha vinculado especialmente al profesorado y a la investigación. Son numerosos sus escritos sobre diversos temas matemáticos, entre los cuales hay algunos inéditos como el de las "Funciones Exponenciales Circulares y sus Tablas". Entre los dedicados a la docencia tiene un "Manual de Geometría Analítica".

A. M. BARRIGA VILLALBA

Colombiano. Doctor en Filosofía y Letras del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario y director de la Casa de Moneda desde 1917. Profesor Honorario de la Universidad Nacional, y Colegial de Número del Colegio Mayor del Rosario, Miembro de Número de la Academia Colombiana de Ciencias y de la Academia de Medicina, Miembro de las Sociedades de Biología, Cardiología, de la Colombiana de Físicos, de la de Químicos Industriales de Londres y de la de Químicos Industriales de Norteamérica, etc. Oficial de la Orden de Boyacá.

Entre sus más importantes estudios publicados, se encuentran los siguientes: "Composición química del café colombiano", "Las fuentes termales de Tabío", "Las fuentes termominerales de Palpa", "Análisis de las aguas termales de Choachí", "La yagéina", "La jatropina", "El borrachero", "La yuca", "El plátano", "Las hormigas santandereanas" (Atta spp), "La tensión arterial", "El trabajo del corazón en Bogotá", "Medida de la velocidad de la sangre", "El esfingomanómetro", "Las esmeraldas de Muzo", "La estructura cristalina de las esmeraldas", "Orfebrería Chibcha", "La afinación del oro por medio del cloro", "La lleresita de Lenguazaque", "Estudio del opio de la Sabana de Bogotá", etc.

Toda la vida de Barriga Villalba ha sido dedicada al estudio, a la investigación y al profesorado. Rompiendo la tradición del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, hizo de su tesis para optar el doctorado en Filosofía y Letras en 1915, una exposición de carácter puramente científico, admirablemente documentada sobre el descubrimiento de la hipsometría, y que presentó con el título de "Algo sobre el invento de Caldas", que tenía por objeto rendir un apasionado tributo al ilustre y martirizado sabio. Todas sus investigaciones han sido realizadas en su laboratorio particular, sirviéndose muchas veces de originales aparatos de su invención. Algunas de sus tesis han sido motivo de importantes debates académicos, de donde finalmente han salido triunfantes, como especialmente ocurrió con las de su trabajo del corazón en Bogotá y la medida de la velocidad de la sangre.

HENRI CORNELIS RAASVELDT

Holandés. Doctor (Ph. D.) de la Facultad de Matemáticas y Física de la Universidad de Leida, en donde se especializó en geología y paleontología principalmente, con estudios complementarios de zoología, física, química y matemáticas. Fue su tesis una investigación sobre el área comprendida entre los ríos Brembo y Serio en los Alpes de Bérghamo, en Italia.

Trabajó con la Compañía de Petróleos Shell en la especialización de fotogeología. Durante la invasión alemana a los Países Bajos, se inscribió como simple minero de las minas holandesas de carbón, para no cooperar con el invasor, que en esa época tenía urgente necesidad de geólogos. Sin embargo, no se inhibió su labor científica, pues

con la colaboración patriótica de la empresa carbonera pudo desarrollar investigaciones relacionadas con las reservas del mineral hullero.

Después de la guerra reingresó a la Compañía Shell, con la cual vino a Colombia en 1946, como fotogeólogo y geólogo de campo, retirándose de esta empresa en 1951, cuando fue llamado por el Instituto Geológico Nacional Colombiano, donde presta actualmente sus servicios, para organizar la nueva sección de fotogeología.

ARMANDO DUGAND GNECCO

Colombiano. Botánico y ornitólogo. Hizo estudios en las escuelas de "Rocheffocauld" y "Jean Baptiste Say" de París; en la St. Ann's Academy de Nueva York y en el Albany Business College.

Fue fundador y gerente de la "Litografía Barranquilla", director del Instituto de Biología del Ministerio de la Economía, Director ad honorem del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional.

Fundó y editó la revista "Caldasia", en homenaje al Sabio Caldas y como órgano del Instituto de Ciencias Naturales. Es autor de cerca de cien monografías sobre la flora y la fauna colombiana, de cuya caudalosa producción citamos las siguientes obras: "Estudios Geobotánicos Colombianos", "Aves de la Región Magdaleno-Caribe", "Monografías Ornitológicas Colombianas", "Clave Analítica de las Rapaces de Colombia", "Adiciones a la lista de aves conocidas en Colombia", "Apuntaciones sobre el medio en general y la vegetación en Colombia", "Itinerarios botánicos de José Jerónimo Triana", "Nuevos conceptos biotipológicos y ecológicos en la Hidrophytia", "Breve sinopsis de la flora podostemonacea de Colombia", "Palmas de Colombia, clave de los géneros y lista de las especies conocidas", "Aves de la ribera colombiana del Amazonas", "El estatus geográfico de las aves Maipures", "Aves marinas de Colombia", "Aves del Caquetá y el Orteguzá", "Aves del Departamento del Atlántico", etc.

Sin duda alguna la contribución botánica de Armando Dugand excede en calidad y cantidad a la de todos los demás botánicos que han estudiado nuestra flora, siendo, por otra parte, su contribución al estudio de las aves, de un inapreciable valor. Su obra es no sólo una importantísima contribución a la ciencia colombiana, sino que quedará como paradigma de consagración, eficiencia y pulcritud, que tanto necesita el ambiente colombiano para su efectivo progreso.

Dugand es miembro de las academias de Ciencias de Colombia y Venezuela, de la Sociedad Colombiana de Biología, de la Sociedad Geográfica de Colombia, de la Asociación Americana de Fitotaxónomos y ejerció, con sin igual consagración, la cátedra de botánica sistemática en el Instituto de Ciencias Naturales, dejando alumnos que han contribuido al adelanto de esta ciencia.

JOSE CUATRECASAS

Español. Licenciado en Farmacia de la Universidad de Barcelona, doctor en ciencias de la Universidad de Madrid. Estudios post-universitarios de geografía botánica y ecología de la Universidad de Ginebra, y de botánica tropical en el Instituto y Jardín Botánico de Berlín-Dahlem.

Jefe de la sección de flora tropical del Jardín Botánico de Madrid, director del Jardín Botánico de Madrid, director de la Escuela de Agricultura del Valle del Cauca (Colombia), curator of Colombian Botany del Chicago Natural History Museum, Investigador para la flora de Colombia, de la National Science Foundation in Chicago Natural History Museum, y Smithsonian Institution.

Fue profesor auxiliar de botánica de la Universidad de Barcelona, profesor numerario de botánica descriptiva de la Universidad de Madrid y del antiguo Instituto Botánico de la Universidad Nacional (Colombia).

Su obra de botánica es muy extensa y corresponde, en gran parte, a la Península Ibérica y a otras regiones europeas. También a las islas Baleares y a las Canarias. Desde su primer viaje a Colombia, en 1932, cuando vino en representación de España, al segundo centenario del nacimiento de Mutis que este país celebraba con gran so-

lemnidad, Cuatrecasas se dedicó apasionadamente al estudio de la flora colombiana, enriqueciendo, como producto de sus exploraciones y recolecciones, el herbario del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y los de muchas otras Instituciones Científicas del mundo. Sus publicaciones sobre nuestro país son numerosas, editadas en libros y revistas. Tal consagración lo ha llevado a preparar una monografía sobre la flora y fitogeografía colombiana, que especialmente está dedicada a esta Revista, de la cual es un incomparable colaborador.

José Cuatrecasas es miembro de diversas sociedades y academias de botánica, de fitogeografía, de geografía y de ciencias, en general. Entre sus principales vínculos se encuentra el de Miembro Honorario de la Academia Colombiana de Ciencias, del Instituto de Ciencias Naturales del Ecuador, y el de correspondiente de la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona y del Institut d'Estudis Catalans y miembro asociado del Museo d'Histoire Naturelle de París. Fue, además, Presidente Honorario de la Sección de Fitogeografía del Congreso Internacional de Botánica celebrado en París en 1954.

MARIA TERESA MURILLO

Colombiana. Bachiller del Colegio de María Auxiliadora de Bogotá, con grandes aptitudes para el dibujo científico. Botánica sistemática del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional (1946). Ha sido profesora de botánica en varios colegios y es, desde 1947, asistente botánica del Instituto de Ciencias Naturales, cargo dependiente de la rama administrativa de la Universidad.

La carrera botánica de María Teresa Murillo es una vocación familiar orientada por su antiguo maestro y director Armando Dugand, y que ha sido noblemente estimulada por el R. P. Lorenzo Uribe, gran botánico y naturalista, director actual del Instituto de Ciencias.

Sería deseable que esta consagrada botánica fuera trasladada del departamento administrativo al científico, y colocada, en igualdad de condiciones a las de sus discípulos y colegas del Instituto, de manera que se facilitara su trabajo de investigación, hoy frenado por otras tareas. Así se acataría el justo pensamiento del actual Mandatario de la República sobre la reivindicación de los derechos femeninos, tan extraños en algunos sectores del país.

DANIEL MESA BERNAL

Colombiano. Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Agronomía de Medellín y botánico sistemático del Instituto de Ciencias Naturales de Bogotá (dos organismos de la Universidad Nacional de Colombia). Especializado en botánica agrícola en la Universidad de Minnesota.

Fue botánico asistente del desaparecido Instituto de Biología del Ministerio de Economía y director de la División de Investigación del Ministerio de Agricultura. Es, actualmente, Subdirector Técnico del Departamento de Investigación Agropecuaria.

Hace parte de varias instituciones científicas, entre otras, de nuestra Academia; y ha sido presidente de la Asociación Colombiana de Ingenieros Agrónomos.

Son numerosas y originales las contribuciones de Mesa Bernal a la agricultura colombiana, tanto por lo que hace a la investigación biológica como al conocimiento de su historia; así ha publicado importantes monografías sobre el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio, el magnesio, el azufre, el hierro, el boro, etc. en la vida de las plantas, y las claves para determinar su deficiencia. Sus exploraciones históricas sobre el cultivo y origen del maíz y del plátano comprenden muchos capítulos publicados en la Revista "Agricultura Tropical", y que formarán, finalmente, un libro tan útil como interesante. Igual cosa puede decirse de sus estudios sobre el origen de las medidas usadas en nuestros mercados campesinos como la "pucha" de Antioquia y las medidas agrícolas de la costa del Caribe y del Departamento de Nariño, etc. También son de sin igual interés sus investigaciones lexicográficas de los campesinos nariñenses y de otras secciones del país, y sus indagaciones sobre los nombres comunes de las plantas en Amé-

rica y de sus problemas. Fuera de estos estudios, a Mesa Bernal se debe gran parte de los conocimientos que hoy tenemos sobre las palmeras de coco y de sus afecciones.

La obra de Mesa Bernal no sólo está vinculada a la investigación; en efecto: él y Alfredo Vélez Arango, otro ingeniero agrónomo de excepcionales virtudes, son los adelantes de una bella cruzada por la incrementación científica de la agricultura, a base de profesionales colombianos y con la asesoría de los mejores hombres que nos pueda ofrecer la colaboración foránea. Esta importantísima misión cumplida eficiente y silenciosamente, es la mejor contribución aportada al desarrollo económico del país.

M. A. CARRIKER Jr.

Es verdaderamente apasionante la vida científica del ornitólogo y entomólogo estadounidense M. A. Carriker, a quien la América del Trópico debe las mejores contribuciones al conocimiento de las aves y, paralelamente, al de los principales insectos que las parasitan: las Mallophaga. Las exploraciones del distinguido científico por regiones, muchas veces selváticas y malsanas, no cruzadas entonces por carreteras, ni ferrocarriles, ni aviones, es una proeza que sólo puede llevarse a cabo cuando hay alguna elevada pasión que sirva de estímulo a la odisea. Y ciertamente la *Dulcinea* de nuestro colaborador es la naturaleza con sus pájaros y sus insectos.

Carriker estudió en la Universidad de Nebraska, donde fue recibido como bachiller. Posteriormente se especializó en la misma universidad en ornitología y entomología, para dedicar, a partir de ese momento, todas sus actividades al servicio de esas ciencias.

Sus exploraciones, dedicadas a la colección y estudio de las aves e insectos, se iniciaron en 1902 por Costa Rica, donde fue ayudante de una granja de la United Fruit Co. Luégo, en 1909, como conservador de aves del Carnegie Museum, visitó el norte del Canadá, Costa Rica, Trinidad y Venezuela. En 1911 estuvo en Curazao, Barranquilla y Sierra Nevada de Santa Marta. El estudio completo de las aves de estas regiones elaborado por Carriker y el director del Carnegie Museum, fue publicado por esta institución, y premiado con la "Medalla Brewster", concedida por la American Ornithologists Union. Un poco antes el mismo museo le había editado la más completa obra conocida hasta entonces sobre aves, en un volumen de más de seiscientas páginas dedicadas al producto de sus excursiones por Costa Rica.

Sus primeras investigaciones por Colombia cubren una etapa de unos diez años, así: 1915, por Calamar, Cartagena, Loricá, Montería, etc.; en 1916, por Ocaña, Bucaramanga, Cachirí, Suratá, etc.; en 1917, por la Sierra Nevada de Cocuy, los Llanos de Casanare, el Río Magdalena desde Girardot, y Santa Marta; de 1918 a 1926 exploró el Chocó, siguiendo los ríos Atrato, Murindó, Condoto, San Juan, etc. De 1926 a 1927 viajó por Buenaventura, Cali, Cartago, Manizales y el Páramo del Ruiz. Para dar una idea de esta labor, bastaría indicar el número de aves recolectadas durante sus exploraciones a Santander y Boyacá, que subió a 5400 especies.

Al finalizar el año de 1927 regresó a los Estados Unidos, donde aceptó un cargo de la Academia de Ciencias de Filadelfia, que le permitió ampliar sus investigaciones por Bolivia y el Perú. La colección de aves en estos países alcanzó a cerca de 18.000, número realmente extraordinario, que le hizo decir al académico de Filadelfia, James Bond, que era la más completa colección de pájaros bolivianos en el mundo.

Una vez terminada su obra en Bolivia, dejó la Academia de Filadelfia, para ingresar en 1940 al Museo Nacional de Washington. En estas condiciones exploró el departamento de Veracruz, de México. El doctor Alexander Wetmore,

director del departamento de aves del Museo, publicó una lista con las especies recolectadas en esa excursión.

En 1941 regresó a Colombia en compañía de Wetmore. Su primer objetivo fue, entonces, estudiar las aves de la península de la Goagira, obra que se ejecutó en conexión con el Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional. Del año siguiente en adelante, Carriker comenzó el sistemático estudio ornitológico de Colombia, para lo cual repitió muchas de sus anteriores excursiones e hizo algunas nuevas. Por esta época intensificó también sus estudios sobre las Mallophaga, de las cuales ha realizado aportes tan valiosos, que sus colecciones son estimadas como las segundas del mundo. Las primeras son las del Museo Británico de Londres.

También sus publicaciones sobre las Mallophaga ocupan un puesto de primera categoría, y han sido editadas por las más importantes revistas científicas del mundo. La revista de nuestra Academia ha contribuido también a su difusión.

Carriker es, además, un magnífico dibujante que ha ilustrado todos sus estudios sobre insectos, y todavía, a pesar de sus setenta y siete años, da a sus dibujos una impresión bella y juvenil.

En esa vida interesante pero dura a la vez de sus investigaciones, contó siempre con la noble compañía de su esposa y abnegada colaboradora. Actualmente el señor Carriker vive en Popayán con su segunda esposa, una dama colombiana natural de Ocaña, y dedicado como siempre, a la investigación científica.

HANS BURGL

Austriaco. Estudió ciencias naturales en la Universidad de Viena, especializándose en geología y paleontología, y dando culminación a su carrera con una original tesis sobre el esqueleto del oso en las cavernas, para ser recibido como doctor en filosofía (1933).

Desde 1931 hasta 1951 trabajó como paleontólogo, geólogo y geólogo jefe de empresas petroleras, en Austria, Egipto, Alemania, Rumania y Checoslovaquia. Durante esa época publicó varios estudios sobre la estratigrafía del cretáceo y terciario de Egipto y sobre la depresión del Norte de los Alpes.

Desde 1951 Hans Bürgl ocupa el cargo de paleontólogo jefe del Instituto Geológico Nacional Colombiano, dedicándose de preferencia al estudio de la estratigrafía del cretáceo y del terciario de Colombia, especialmente por las amonitas y los foraminíferos. Algunos de sus trabajos han sido editados por el Boletín Geológico del Ministerio de Minas y Petróleos. Recientemente fue nombrado profesor de geología y paleontología de la Universidad Nacional.

OSWALD KROH

El profesor Oswald Kroh falleció en Berlín el 14 del pasado mes de septiembre, a la edad de setenta y dos años. Estaba en plena actividad científica, pues era decano de la Facultad de Psicología de la Universidad Libre de Berlín Occidental, y a él, en virtud de su cargo, correspondía la preparación de la Reunión Internacional de Psicología que acaba de celebrarse en esa capital. Sabemos que, a pesar de sus muchas ocupaciones, atendió con minucioso esmero a este trabajo suyo con que hoy honramos la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, y que tradujo para ella Renato Arango Bueno, un discípulo suyo, colombiano. La muerte arrancó repentinamente al profesor Kroh de su trabajo y de sus prelecciones maravillosas.

Descanse en paz nuestro amigo eminente, cuya especialidad a través de su vida, fue la psicología de la pubertad y de la adolescencia, y que nos dedicó este su último trabajo, pleno de múltiples valores.

PASIFLORACEAS Y BEGONIACEAS DE LA EXPEDICION BOTANICA DE MUTIS

Con el Segundo Tomo de la Flora de Mutis, se inicia realmente la publicación de esa obra grandiosa. El tomo primero correspondió a un fundamental exordio.

El Padre Lorenzo Uribe Uribe S. I., dice que su colaboración en ese volumen, consistió en ultimar el texto que debían llevar las láminas, identificar las descripciones y

presentar notas modernas referentes a la sistematización de las especies de la Expedición Botánica.

Pues bien: sin ese trabajo, esas hermosas planchas de la Expedición, fueran sólo una hermosa obra de arte. El sacerdote y doctor Lorenzo Uribe Uribe, cuya pasión por la ciencia la heredó de su padre —el patricio y sabio na-

turalista Joaquín Antonio Uribe, autor de los celebrados "Cuadros de la Naturaleza"—, ha aportado no una fácil sino difícil y enjundiosa contribución, con la cual los dibujos de los artistas maravillosos de la Expedición, se han convertido en una incomparable obra científica.

Ese modo de presentar su trabajo el director del Instituto de Ciencias Naturales y miembro destacado de nuestra Academia, es explicable para quienes le conocemos y admiramos por su modestia, tan de buena ley como su sabiduría y su amor al estudio y a la investigación.

El siguiente es el discurso del Padre Lorenzo Uribe Uribe, para responder al homenaje que le rindió la dirección del Instituto Hispánico, con motivo de la presentación del Segundo Tomo de la Flora del Nuevo Reino de Granada, preparado y redactado por él:

Es muy justo este homenaje a José Celestino Mutis con motivo de la aparición del segundo tomo de su "Flora del Nuevo Reyno de Granada". Mi labor en su preparación, que tan generosamente ha comentado el doctor Azula Barrera con palabras que obligan mi gratitud, consistió en ultimar el texto, que debían llevar las láminas, identificar las descripciones que del sabio se conservan, y presentar notas modernas referentes a la sistemática de las especies de la Expedición Botánica, con el fin de hacer utilizable la obra para los científicos actuales.

Mutis fue un hombre de capacidades excepcionales, un gran enciclopedista en el mejor sentido de la palabra. Su obra portentosa como matemático, astrónomo, médico, geólogo, zólogo y botánico fue el germen de la regeneración social y científica que caracterizó los últimos años de la Colonia neogranadina.

Pero la meta de sus anhelos, el blanco y terrero de sus investigaciones de casi medio siglo en los bosques americanos, fue la formación de la Flora de Bogotá o del Nuevo Reyno de Granada, que él creía iba a ser la admiración de los sabios de Europa. No logró publicarla; y no es esta la ocasión para inquirir las causas de ese aparente fracaso. Sus 7.000 láminas de plantas, modelos de exactitud botánica y de perfección pictórica, estuvieron ocultas en un archivo de España donde pocos pudieron conocerlas en más de un siglo.

En 1802 escribió Caldas a Mutis: "¡Qué suerte la de los hombres grandes! No conocemos su mérito sino en su ocaso, y el colmo de su gloria está decretado a los cien años de enterrados. . . ¡Esa es vuestra suerte!" Y fueron proféticas sus palabras. Casi hasta nuestros días sólo se conoció el nombre de Mutis, sin que sus descubrimientos y su obra fueran presentidos.

El velo empezó a descorrerse en la segunda década de este siglo, con la publicación de la gran biografía del botánico de Cádiz, escrita por don Federico Gredilla y que aún no ha sido superada. En ella se incluían muestras de sus diarios y de algunos de sus trabajos científicos. Siguió después los dos tomos del Epistolario Mutisiano editado por nuestro historiador don Guillermo Hernández de Alba.

Pero su flora, el ideal de su vida, seguía inédita. Hubo repetidas tentativas de publicación (tanto en el siglo pasado como en el presente, mas todas fracasaron inexplicablemente. El éxito estaba reservado para nuestros días. Y es necesario y justo, decir que la edición actual se debe germinalmente a la visión científica, al entusiasmo cultural y patriótico del doctor Enrique Pérez Arbeláez. Por cerca de 30 años él ha llamado, a todas las puertas que parecían propicias, ha hecho una propaganda continua y ardorosa por medio de la prensa, ha procurado interesar a gobiernos y academias. Nunca lo desalentaron incomprendimientos o evasivas. Y el resultado es que ha triunfado, y así lo reconocemos gustosos.

Para publicar la Flora de Mutis con la magnificencia a que es acreedora era indispensable la ayuda oficial, y ella quedó asegurada en el Convenio Cultural firmado en 1952 en Madrid, entre el canciller de España y el presidente de la Embajada Colombiana, que entonces visitaba a la Madre Patria, doctor Azula Barrera. Los gobiernos de España y de

Colombia se harían cargo de la edición de la Flora. El paso siguiente fue efectivo: se encomendó la publicación a los Institutos de Cultura Hispánica de Madrid y de Bogotá. Y el entusiasmo comprensivo y fecundo de Hergüeta y Rurnéu allá, y Gómez Hoyos y Azula aquí, ha logrado ya presentar los dos soberbios tomos que honran a nuestra raza y dicen mucho de nuestra cultura y de las editoriales españolas.

Estamos apenas empezando. La obra completa ha de constar de 50 tomos. Se convino en repartir las láminas por familias botánicas, siguiendo en ellas el orden natural ideado por Engler. Nada importa que el orden de aparición de los diversos volúmenes sea distinto y se vayan publicando los que primero puedan ser preparados. Es el método acostumbrado en publicaciones similares a la nuestra. Por ello este segundo volumen corresponde en realidad al tomo 27 de toda la obra.

Se me asignó gentilmente la iniciación de la parte científica. Escogí el tomo referente a las Pasionarias y a las Begonias por dos motivos. Porque su estudio tuvo un interés primordial en las preferencias de Mutis, quien repetidamente habló de sus deseos de que ese bello género (se refería a las Pasifloras) estuviera completo en su colección. Y en segundo lugar, porque ambas familias botánicas, Pasifloráceas y Begoniáceas, cuentan ya con buenas monografías en lo referente a nuestra América. Los trabajos de Killip y de Smith y Schubert son fundamento excelente para el estudio de estas plantas. El ideal del científico no es precisamente comenzar, sino tomar impulso en lo ya iniciado por hacer adelantar la ciencia.

No dejo pasar esta oportunidad sin agradecer a todos aquellos que de alguna manera me prestaron su ayuda en la labor. En España encontré la riquísima biblioteca del Jardín Botánico de Madrid que estuvo siempre a mi disposición. Y aquí la Universidad Nacional que propició generosamente la obra. Como miembro de su Instituto de Ciencias Naturales la redacté, y tuve la asistencia generosa de todos mis compañeros, especialmente en las excursiones en que ellas tomaron parte, organizadas por la Universidad, con el fin de re- encontrar las plantas mutisianas. Sé agradecer y valorizar su noble compañerismo. Obras científicas como la presente no nacen en un escritorio ni exclusivamente en los libros. Las excursiones, el contacto con la selva, el herbario paciente- mente reunido en años enteros de trabajo de multitud de exploradores, son las fuentes indispensables de la obra botánica.

Dije que la Flora del Nuevo Reyno planeada por Mutis constará de unos 50 tomos. No podemos prever para cuándo estará concluida. Posiblemente nosotros no la veremos completa. Pero no faltarán quienes continúen nuestro entusiasmo cultural. Linneo al hablar de Mutis le predijo la inmortalidad. Y ella ya lo ha besado en su noble frente. Fundó él unos estudios que vienen ya desde hace siglo y medio actuando en nuestra patria. Por medio de su pintor y botánico, el ingenuo hijo de Guaduas Francisco Javier Matís transmitió su ciencia a los grandes botánicos del siglo XIX: Triana (quien lo reconoce agradecido en su Prodrum Florae Novo Granatensis), Céspedes y Bayón. De ellos aprendieron Posada Arango, Cortés, Cuervo Márquez, y los demás científicos de fines del siglo pasado y comienzos del presente. Y nosotros mismos sentimos que nuestro estudio está presidido por la sombra amable y augusta del sabio gaditano.

Al instituto científico organizado por Mutis y continuado por sus discípulos y seguidores podemos aplicar las palabras de Virgilio:

At genus immortale manet, multosque per annos
Stat fortuna domus, et avi numerantur avorum.

Escuela inmortal es la suya, y para ella y para su obra científica está decretado el éxito final. Porque es prestigio de Colombia y de España; es brío y acicate para quienes creemos en una labor científica autóctona; y es horizonte promisorio para aquella juventud nuestra que no se amaña con ser cero en la vida sino que anhela vincular su nombre a la ciencia y ser útil a su patria.

PROPOSICIONES DE LA ACADEMIA

LA FLORA DE LA REAL EXPEDICION BOTANICA

"La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, presenta al Instituto de Cultura Hispánica de Madrid y al Instituto Colombiano de Cultura

Hispánica, sus más sinceros votos de aplauso y felicitación, por la publicación del primer volumen de la "Flora de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada".

publicación que constituye un valioso aporte a la ciencia hispano-americana. Asimismo hace llegar a los muy distinguidos académicos Enrique Pérez Arbeláez y Lorenzo Uribe, S. J., su más cordial congratulación por la eficaz colaboración que han prestado para la edición de esta obra monumental que pone de presente la inmensa y portentosa labor de la Expedición Botánica y de su insigne director don José Celestino Mutis".

(Aprobada en marzo de 1955)

ALBERTO EINSTEIN

"La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, en la muerte de ALBERTO EINSTEIN, el sabio que enalteció a los hombres con exímio ejemplo de bondad y más dilatado dominio sobre la naturaleza física, ha muerto: La Academia Colombiana de Ciencias reverencia su nombre".

LUIS AUGUSTO CUERVO

"La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, registra con profundo pesar, el inesperado fallecimiento de su Miembro de Número, doctor LUIS AUGUSTO CUERVO, quien honró a la Academia, a la historia y a la literatura colombianas, por sus valiosos estudios históricos y por sus ejemplares virtudes de gran ciudadano.

Al levantar la sesión en señal de duelo, la Academia envía a su familia, la más sentida expresión de su condolencia"

(Aprobada en mayo de 1954)

EL CENTENARIO DE LA SOCIEDAD REAL DE ENTOMOLOGIA DE BELGICA

"La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, teniendo en cuenta que en el próximo

mes de mayo se celebrará en Bruselas el Centenario de la Fundación de la Real Sociedad Entomológica de Bélgica, resuelve asociarse a tan fausta recordación y envía con tal motivo su congratulación a la ilustre Sociedad Científica. Sendas copias de esta Proposición serán remitidas, en nota de estilo, al Presidente y al Secretario de la Sociedad de Entomología de Bélgica, señores R. Mayne y J. Cooreman, respectivamente; al señor A. Crevecoeur, ex-Presidente de la Sociedad y Miembro Honorario de la Academia Colombiana de Ciencias; y al señor Luis María Murillo, Miembro Honorario de la Sociedad y de Número de la Academia".

(Aprobada en abril de 1955).

EL PREMIO "ANGEL ESCOBAR"

"La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, considera de grande alcance para la cultura y de estímulo para la ciencia en Colombia, la adjudicación por primera vez del Premio Científico "Alejandro Angel Escobar", quien dedicó una parte de su fortuna, para la creación de un premio anual de ciencias, hecho que merece destacarse y que es digno de imitarse".

BELISARIO RUIZ WILCHES

"La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, felicita a su Presidente doctor Belisario Ruiz Wilches, Ingeniero eminentísimo, sabio matemático, astrónomo honorario del Observatorio Astronómico Nacional, y maestro admirable, por haber cumplido cincuenta años de vida profesional, dedicados por él a una misión apostólica en todos los campos de sus brillantes conocimientos, y le expresa su honda simpatía por la celebración de su Jubileo Profesional".

EL PROFESOR AGUILO

El profesor Francisco de Sales AGUILO FORTESA, grato colaborador de esta Revista, profesor de ciencias naturales, escritor y traductor atildado y noble amigo de Colombia, ha muerto.

Era tan sencillo como sabio este amigo admirable, que pocos conocían el valor de su personalidad de múltiples facetas.

Nació el 11 de mayo de 1899 en Palma de Mallorca; bachiller en ciencias del Instituto Técnico de Baleares; licenciado en ciencias naturales de la Universidad de Barcelona y doctor en ciencias de la Universidad de Madrid.

Fue profesor de ciencias naturales en el Instituto Nacional de Mallorca; diputado de ciencias del Colegio Oficial de Doctores y Licenciados de Baleares; catedrático de ciencias naturales en varios institutos de Barcelona; miembro de la

comisión para el profesorado de institutos y universidades del Ministerio de Instrucción Pública de España.

Fue autor de los programas de ciencias naturales para la enseñanza primaria y secundaria a solicitud del gobierno de la República Dominicana, y profesor en Colombia, a partir de 1940, en varios institutos y facultades universitarias.

Fue autor de numerosos artículos científicos y literarios, y traductor muy estimado por sus versiones del castellano, del catalán, del francés y del italiano, cuyas lenguas conocía maravillosamente.

Por sobre los méritos de sus obras literarias y científicas, nuestro colaborador se hizo querer por la generosidad y bondad de su carácter. La dirección de la Revista lamenta su fallecimiento y expresa su pesar a la distinguida familia del profesor Aguiló.

"HOJAS DE CULTURA POPULAR COLOMBIANA"

Decía alguno de nuestros críticos al reprochar cualquier actividad científica, que en Colombia sobran traductores de Virgilio y faltaban entomólogos. Creo que es morboso este criterio. Por qué habríamos de sacrificar las letras, las artes plásticas o la música, so pretexto de que el desarrollo técnico o científico de los colombianos es incompatible con el de las bellas artes?

Ya ha sido repudiada por los humanistas esa hipertrofia del desarrollo científico, y hay un clamor general porque la cultura tenga un crecimiento equilibrado. Más aún: principia a abogarse porque el hombre de ciencia se prepare adecuadamente para la expresión literaria de su pensamiento, y no sea extraña su sensibilidad al paladeo de la belleza y de la afectividad.

La dirección de la Revista de la Academia, acorde con este pensamiento, mira con honda simpatía la feliz trayectoria de las "Hojas de Cultura Popular Colombiana", creadas en 1947 por Jorge Luis Arango, con un objetivo al cual ha sido leal su progenitor y sostenedor, y que era explicado en su número segundo, así:

"La prensa del país, los intelectuales, y en general todas las personas que han conocido y leído estas "Hojas de Cultura Popular Colombiana", han registrado con singular

complacencia la aparición de estos cuadernos. En realidad ellos no tienen otro mérito que el de RECOGER TEMAS NACIONALES, DE INDOLE ARTISTICA Y POPULAR. DISPERSOS EN LIBROS, ARCHIVOS Y PUBLICACIONES OFICIALES. Pero, a lo largo, no cabe duda, estas Hojas tendrán cierto sabor antológico de raro y fino significado".

Pero como este bello programa contrariara otro trivial, cual era el de hacer con ellas una reseña de las ferias del libro, de las representaciones escénicas o de otros actos populares, las "Hojas" acabaron la primera etapa de su vida en el mismo año de su fundación, con una aclaración que en el número 4 y último decía: "Con el presente número de "Hojas de Cultura Popular Colombiana" concluye la etapa inicial de estos cuadernos. En efecto: el Ministerio de Educación Nacional ha dispuesto (...)"

Y las "Hojas" no salieron durante cuatro años. Pero nadie puede matar una idea o destruir una vocación, y Jorge Luis volvió a dar a la estampa sus "Hojas" en 1951, con su inalterable programa, que ha hecho de esa publicación oficial una de las más hermosas de cuantas se editan en el mundo.

Reciba el doctor Jorge Luis Arango nuestra cordial admiración.

EL SABIO CALDAS Y LA REVISTA DE LA POLICIA

El coronel Miguel Agudelo Gómez, director de la Revista de las Fuerzas de la Policía de Colombia, ha hecho de este órgano, que surgió pobre y desorientado, una gran publicación dedicada especialmente al culto de nuestros próceres y a servir de noble orientación a las Fuerzas de la Policía.

Así sus números más recientes han sido consagrados a Simón Bolívar, a Antonio Nariño, a Camilo Torres, a José Eusebio Caro, a Marco Fidel Suárez y, ahora, al sabio Francisco José de Caldas. Jamás podría encontrarse mejor destino para una publicación de tan respetable procedencia.

El número dedicado al sabio Caldas es verdaderamente hermoso, aunque no nos satisfaga completamente el retrato de la portada, pues pensamos que es mejor reproducir con exactitud los defectuosos de su clásica iconografía, a que se hagan invenciones pueriles, al margen del conocimiento de su personalidad. En cambio nos produce honda satisfacción la colaboración literaria, esa sí llena del conocimiento de nuestro esclarecido y martirizado sabio.

Parece que todos los colaboradores hubieran estado de acuerdo en señalar una característica de la personalidad de Francisco José de Caldas, a saber: su mala estrella. Así el doctor Jaime Paredes, apasionado biógrafo del sabio, dice de cómo su familia le arrancó de la influencia de Félix de Restrepo, su genial y amado maestro, para enviarlo a Santa Fe, a la escuela de jurisprudencia... y de cómo el Barón de Humboldt no quiso llevarlo en sus excursiones, porque aun

que apreciaba sus talentos, no quería un "ángel" en su compañía. El ilustre poeta payanés Carlos López Narváez, dice que **aquel sollozo que se oyó tras la descarga que lo abatiera en el patíbulo asesino**, fue un grito de rebeldía porque le arrancaban la vida para seguir creando y desvelando misterios. El doctor Alfredo D. Bateman, el mejor expositor científico de la obra de Caldas, dice que fue un genio creador de gran intuición, y dotado de una destreza manual que le permitió fabricar por sí solo sus propios aparatos, en un medio colonial atrasado y en que todo había de faltarle. También dice de cómo el sabio buscó consuelo en el matrimonio, y de cómo su esposa no supo hacerlo feliz. Por su parte del botánico doctor Alvaro Fernández Pérez, pone de relieve la contribución botánica de Caldas, quien aportó dibujos de su propia mano, que quizá carecían de perfección artística, pero que, en cambio, debieron ser admirables por sus características científicas. Bajo su dirección se pintaron muchas de las plantas coleccionadas por la inmortal Expedición Científica. También el doctor Fernández Pérez nos muestra cómo la mala suerte de Caldas ha continuado aún más allá de la muerte, cuando resultaron invalidados los esfuerzos de muchos insignes botánicos para crear un género botánico que inmortalizara su nombre...

Felicitemos a las Fuerzas de Policía de Colombia por su bello órgano de publicidad, y a su gran director, Coronel Miguel Agudelo Gómez, por la eficiencia de su trabajo.



ANGELO MOREIRA DA COSTA LIMA

(Dibujo de Monteón)

La dirección de la Revista se asocia al homenaje que en el Brasil le fue tributado al eminentísimo sabio doctor Angelo Moreira da Costa Lima, quien ha llegado al cuadragésimo aniversario de una vida dedicada apostólicamente a la investigación científica y al magisterio.

La obra de Costa Lima, doctor en medicina de la Universidad de Río de Janeiro, se encuentra vinculada a los más importantes problemas relacionados con la entomología médica y la agrícola, bien como miembro de la Dirección General de Salud Pública, del Instituto Oswaldo Cruz, de la Escuela Superior de Agronomía y Veterinaria o del Museo Nacional brasileños. También y de manera especialísima se encuentra vinculada a la enseñanza. Su lección la encuentran sus alumnos, en su vida ejemplar, en sus cátedras de zoología, de entomología o de hidrobiología, y en su obra escrita.

De sus publicaciones, que ocupan lugar destacado en la entomología suramericana, merecen mención especial sus catálogos de los insectos que viven en el Brasil y su obra monumental "Insectos do Brasil", de la cual lleva 8 tomos bellamente publicados.

El doctor da Costa Lima ha sido honrado con los siguientes cargos: presidente de la sección de entomología agrícola del Congreso Internacional de Entomología de París, miembro consultivo de los congresos internacionales de entomología, presidente honorario de la Sociedad de Entomología del Brasil, miembro honorario de la Sociedad Real de Entomología de Londres y de la Academia Nacional Italiana de Entomología, doctor honoris causa de la Escuela Nacional de Agronomía del Brasil, etc. y todos justísimos por sus méritos indiscutibles.