

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

LA ACADEMIA ES ORGANO CONSULTIVO DEL GOBIERNO NACIONAL

VOLUMEN XI

JULIO 20 DE 1960

NUMERO 42

PATRONO DE LA ACADEMIA:
SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA
PRESIDENTE DE LA ACADEMIA: JESUS EMILIO RAMIREZ S. J.
DIRECTOR DE LA REVISTA: LUIS MARIA MURILLO

SUMARIO

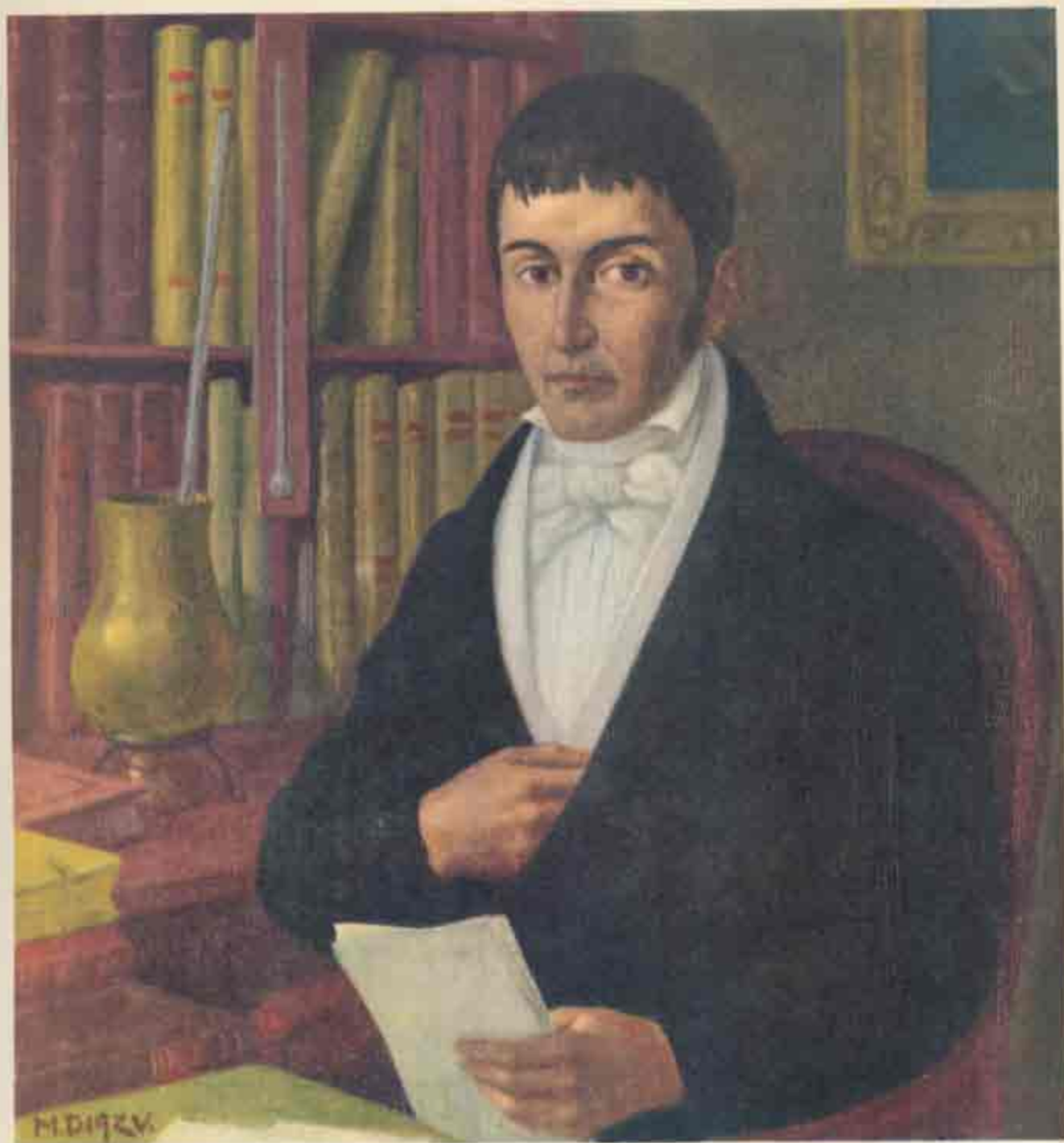
| | Pág. |
|--|--------|
| SECCION EDITORIAL | |
| 20 de julio de 1810 | V |
| Francisco José de Caldas (Exégesis de su Obra), por Luis María Murillo | VII |
| Caldas y los Orígenes Eurocriollos de la Geobotánica, por Pablo Vila | XVI |
| SECCION HISTORICA (Personajes de la Independencia) | |
| Salvador Rizo, Artista Botánico y Prócer de la Independencia, por Lorenzo Uribe Uribe, S. J. | XXIII |
| Eloy Valenzuela, por Luis Martínez Delgado | XXVII |
| Francisco José de Caldas, Periodista, por Luis Martínez Delgado y Sergio Elías Ortiz | XXXI |
| Humboldt y la Escuela de Mutis, por Calixto Torres Umaña | XXXVII |
| SECCION FISICA NUCLEAR | |
| Historia del Atomo Nuclear y de los Atomos Artificiales, por Darío Rozo M. | 3 |
| Intensidad de la Radiación Cósmica en Bogotá, por A. M. Barriga Villalba | 17 |
| La Radioactividad del Aire a Nivel del Suelo en Bogotá, por Jesús Emilio Ramírez, S. J. | 25 |
| SECCION BOTANICA | |
| Contribución al Conocimiento de los Helechos de Colombia, por María Teresa Murillo | 47 |
| Leguminosas Espontáneas del Valle del Cauca, por Luis Armando Bermúdez García | 51 |
| Sugestiones para el Progreso de la Botánica, por E. J. H. Corner | 85 |
| NOTAS | |
| La Reforma Agraria, por Orlando Fals Borda | 93 |
| Darío Rozo y la Física Contemporánea, por José Ignacio Ruiz | 99 |
| La Restauración del Observatorio Astronómico de Santafé de Bogotá (Carta de la Dirección) | 102 |
| Se Impone la Cruz de Boyacá a JOSE CUATRECASAS | 103 |
| Homenajes | 104 |
| Respetables Admoniciones | 106 |
| Homenaje a los Creadores de la Fundación Rockefeller | 107 |
| Composición Actual de la Academia | 107 |
| Distribución de la Revista | 109 |
| El doctor ARCADIO PLAZAS y la EDITORIAL VOLUNTAD | 121 |

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



EMBLEMA DE LA ACADEMIA MATRIZ ESPAÑOLA

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



Óleo del Maestro Miguel Díaz Vargas

FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Era Caldas de estatura regular y complexión robusta; su color moreno, el rostro redondo, la frente espaciosa, los ojos negros algo melancólicos, el pelo negro y lacio, el cuello corto, su andar desembarazado, pero lento y contemplativo. Vestía de ordinario una levita o sobretodo de paño oscuro, que abrochaba y desabrochaba sin cesar cambiando de solapa, de manera que duraban muy poco los botones; y no dejaba de la mano un bastoncito flexible, ni de la boca un pedacito de tabaco fino torcido. Era aseado, pero no pulcro en el traje; de modales suaves, trato afable y conversación amena.

Su carácter franco, su indole pacífica. Ni las riquezas, ni ambición de ninguna especie tenían para él atractivo; y fuera de la pasión por sus favoritos estudios, no ejercía imperio sobre él otra alguna. Era católico creyente, y de las más puras costumbres. Era un filósofo, en la genuina acepción de esta palabra. Su matrimonio lo contrajo en 1810, recomendando a varios de sus amigos de Popayán que le buscasen mujer digna por sus prendas de ser la esposa de un hombre honrado; y uno de ellos, el señor Agustín Barahona, le propuso a su sobrina la señora María Manuela Barahona, describiéndola fiel y circunstanciadamente, y obtuvo de ella el consentimiento cuando la hubo aceptado Caldas.

LINO DE POMBO

20 DE JULIO DE 1960

150 AÑOS DE INDEPENDENCIA NACIONAL

FRANCISCO JOSE DE CALDAS

El 20 de agosto de 1960, a 157 años de la fundación del OBSERVATORIO ASTRONOMICO DE SANTAFE, el Director de esta REVISTA, comisionado por las Academias de Ciencias, de Historia y de Geografía, leyó en Sesión Solemne celebrada en el OBSERVATORIO DE SANTAFE DE BOGOTA, su Exégesis de la Obra Científica de nuestro primer astrónomo y coautor de la EXPEDICION BOTANICA. Este homenaje fue presentado según las CUATRO ESTACIONES que se leerán a continuación:

PRIMERA

CALDAS Y LA CUNA DE LA EMANCIPACION

Si nuestros gobernantes no llegaron a prever con tiempo que el espíritu ardiente de los criollos no había de contentarse mucho tiempo con la ciencia pura, sino que había de lanzarse rápidamente a las extremas consecuencias políticas que en aquella cultura venían envueltas, aun esta misma generosa imprevisión es para sus nombres un timbre de gloria.

MARCELINO MENENDEZ Y PELAYO

José Celestino Mutis es una figura grandiosa; su personalidad sirve de marco a la expedición botánica y a la emancipación. No era un investigador científico, pero amaba la ciencia apasionadamente, sin reticencias, con liberalidad. De este modo enseñó, el primero en América, en su cátedra de Matemáticas y Física del Colegio del Rosario, el sistema astronómico de Copérnico, contra los filósofos ortodoxos de su época, especialmente contra la Universidad Tomista de Santafé, dirigida por los Padres Dominicanos. Fue una lucha amarga no exenta de golpes innobles, a veces dirigidos por la malicia y la ignorancia, pero contra los cuales supo defenderse ante los Tribunales Inquisitoriales de Cartagena, quienes no pudieron menos de declarar que no se podía condenar el Sistema Copernicano, aun que tal decisión, como dice Gredilla en su biografía de Mutis, "nacía no tanto del convencimiento de la verdad, cuanto de la obediencia y sumisión a la autoridad del Rey, el cual había prescrito por cédula real que se enseñaran en las universidades y colegios del Reino las teorías de Newton, que son la confirmación más cumplida del sistema copernicano". Mutis elevaba su defensa ante el tribunal de la inquisición, el mismo año en que se ordenaba de sacerdote, hecho ocurrido el 19 de diciembre de 1772.

Naturalmente no iba a ser este accidente el único estorbo que a la defensa de la verdad científica se le opusiera. Puede citarse como ejemplo, otro ocurrido con el Virrey Francisco Gil y Lemos, Teniente General de la Real Armada, quien sostenía, en oposición a Mutis, que eran calaveras humanas de un cementerio indígena, ciertos cráneos fósiles ha-

llados de una gigantesca fauna cuaternaria. Pero Mutis —dice Gredilla—, “no creía oportuno combatir brusca ni directamente”. Por el contrario: se expresaba de esta manera: “Si hubiese de ir anotando las ideas extravagantes de los hombres del país, me faltaría tiempo para apuntarlas. Parece increíble que en nuestro tiempo pueda haber país donde sus individuos piensen tan erradamente. Yo, en tales ocasiones, no hallo otro recurso que tomar sino el silencio, por no exponerme a unas contradicciones insoportables”.

Don Luis de Hoyos Sainz, otro de sus biógrafos, describe así el carácter del sabio gaditano, en su bella obra “JOSE CELESTINO MUTIS, NATURALISTA, MEDICO Y SACERDOTE”, dedicada “A la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, fraterna de la de Madrid”:

“Tipo objetivo, observador, introvertido; he aquí tres características que en él se distinguen fundamentalmente al más somero análisis de su personalidad. No es él quien se proyecta hacia el exterior subjetivamente, sino que con curiosidad insaciable va en busca de los objetos para conocerlos y analizarlos hasta en sus más pequeños detalles, y esto explica cumplidamente sus aficiones a la Botánica, donde encuentran plena aplicación tales aptitudes para el estudio de los detalles y para el coleccionismo y la clasificación. Pero por contrapartida no es el hombre de grandes síntesis, capaz de geniales creaciones; el exceso de objetivismo le anula muchas veces y le incapacita para elaborar consecuencias importantes, y sólo a fuerza de constancia y de paciencia llega a arrancar a la Naturaleza sus secretos; le falta potencia creadora, pues, como escribió Caldas, Mutis procedía **lento en sus juicios y preguntando a la Naturaleza más bien que a sus ideas**. Es, sin embargo, razonador, y esto le lleva al estudio de las Matemáticas; pero ni en estas, ni en la Física, la Química y la Astronomía, a las que le lleva su curiosidad científica nunca satisfecha, logra remontarse; es capaz de realizar los cálculos más minuciosos y las investigaciones más pacienzudas, pero no de inventar una nueva explicación, una consecuencia, una verdad de carácter general, un teorema. Es un erudito formidable, un “pozo de ciencia” adquirida a fuerza de estudio y trabajo, pero demasiado aferrado a lo concreto, no es capaz de llegar a las altas generalizaciones abstractas, que son la base y forman las grandes leyes científicas. Y esta fue, en parte, su tragedia”.

Este juicio emitido por un paisano de Mutis, en obra de orgulloso afecto editada en 1945 en Madrid, serviría para confirmar nuestro propio concepto expresado en 1937, en nuestra obra “Sentido de una Lucha Biológica”; decíamos:

“Desde la creación de la EXPEDICION BOTANICA se exaltó el amor a la naturaleza como un espectáculo de mera contemplación; de esa manera fueron surgiendo, cuidadosamente coloreadas, centenares y centenares de bellas estampas de la flora, como símbolos”.

“Verdad es que muchas veces se hicieron lujosas observaciones y descripciones científicas, pero que tenían la misma inmovilidad de los iconos”.

“Caldas, melancólico y apasible en apariencia, representaba la revolución dentro de ese cenáculo de naturalistas dirigido por Mutis, y sus estudios de carácter social, astronómico, botánico y físico, tenían, por encima de toda otra virtud, la ductilidad de la vida”.

“Había, pues, dos tendencias en la célebre EXPEDICION: la contemplativa, descriptiva y apasible, que cada día agregaba una estrella refulgente al firmamento científico, y la biológica, plena de inquietudes, revolucionaria”.

“La una daba a beber las ciencias aristotélica y francesa vertidas con censuras al lenguaje santafereño, y la otra trataba de alcanzar a los labios sedientos los propios pezones de la naturaleza autóctona”.

“Quien repase, siquiera sea superficialmente, la obra de Caldas, ha de sentirse conmovido por toda esa suerte de ideas y descubrimientos, que eran como lenguas de fuego de la primera forja prendida para la realización de nuestra cultura”.

Y estos dos temperamentos tan diferentes, se complementaron; y de la semilla sembrada por Mutis surgieron dos plantas cuyas ramas él quería ver crecer y estimulaba, sin adivinar los efectos de sus frutos maduros; eran la EXPEDICION BOTANICA y la SOCIEDAD PATRIOTICA, que él fundó con ánimo de llevar la cultura de las clases superiores de la sociedad a las inferiores, que vivían en la mayor ignorancia, según lo observa con justa propiedad de Hoyos Sainz.

La creación de la EXPEDICION BOTANICA no fue improvisada o de circunstancias. "Propósito decidido de Mutis al marchar a las Indias, fue dedicarse enteramente a la formación de la Historia Natural de América", nos dice de Hoyos Sainz. Así es natural que el sabio, desde que pisó tierra americana, iniciara un plan de trabajos que utilizaría el Arzobispo Virrey para pedir ante la Corte el establecimiento de una institución para el estudio y publicación de una historia natural completa de toda la América Septentrional Española. Pero como la aprobación de la Corte no se decidía y, en cambio, sí había llegado ya la noticia de que el Rey había dado permiso a Humboldt para visitar las colonias, Cabello y Góngora estimó depresivo para España, que fueran extranjeros los primeros en investigar científicamente las riquezas naturales de estos países y, sin autorización previa, creó en 1782 una Comisión Científica Provisional, compuesta por Mutis como director; del doctor Eloy Valenzuela, su discípulo, y del dibujante Antonio García.

Carlos III acogió el proyecto, y el 1º de noviembre de 1783 firmó a favor de Mutis el título y nombramiento, cuyo texto es el siguiente: "TITULO DEL PRIMER BOTANICO Y ASTRONOMO DE LA EXPEDICION BOTANICA DE LA AMERICA SEPTENTRIONAL A DON JOSE CELESTINO MUTIS. SAN LORENZO EL REAL A PRIMERO DE NOVIEMBRE DE 1783. EL REY.

En el siglo XVIII se crearon en España, con el nombre de sociedades económicas, ciertas juntas destinadas a anteponer el interés material por el hombre a las especulaciones meramente teológicas o de filosofía eclesiástica, en un movimiento semejante al surgimiento del renacimiento italiano. Mutis, que era un humanista de nobilísimos quilates, fue adalid, en la Nueva Granada, de ese movimiento que trataba de reivindicar los derechos de todas las clases sociales del Nuevo Reino y, por insinuación suya y solicitud de los personajes principales de Santafé, el Virrey Pedro de Mendinueta dictó un decreto el 24 de noviembre de 1801, por el cual se creaba la Sociedad Patriótica y se nombraba, para que presidiera dicha junta, "al director de la Real Expedición Botánica doctor don José Celestino Mutis". Naturalmente esta junta patriótica no podía estar exenta de los mismos recelos que despertaron en España las sociedades económicas a quienes creían que habían sido estatuídas por enciclopedistas de tendencias laicas, indiferentes al espíritu religioso.

Quién iba a ser el hombre más extraordinario de estas fábricas de la nacionalidad colombiana, no asistió a su fundación; llegó cuando ya estaban creadas, a mediados de junio de 1802, invitado por Mutis. No era un sujeto exactamente equilibrado, pero su inestabilidad era la del genio; se trataba de don Francisco José de Caldas.

Al hacer un paralelismo entre las estructuras espirituales de Caldas y del gran geógrafo Francisco Javier Vergara y Velasco, encontramos similitudes que, por su singular repetición en la historia, merecen nuestra reseña; son: su vocación inquebrantable; su actividad heterogénea y sin reposo; su desprendimiento por las cosas que atañen al bienestar personal; su amor entrañable por la patria; su dedicación desorbitada por el estudio de todos los conocimientos; sus crudas reacciones afectivas o violentas; su ingenuidad... Encontramos en esos dos próceres magníficos un vínculo común: el parentesco moral con el Príncipe Muiskin, el sublime "Idiota" de Dostoiewsky.

Caldas, como en los siguientes versos de Alejandro Puchkin, que el gran novelista ruso hace recitar a la compleja y bella Aglaé —otro protagonista de "El Idiota"—, era

"un caballero pobre y sencillo
de pálido rostro y aspecto austero,
silencioso y de espíritu
valeroso y franco"

que hablaba y obraba, llevado por sus inclinaciones inquebrantables, fatales, sin reflexionar en las consecuencias que pudieran dañarle o en la conflagración a que pudieran conducir sus ideas o sus actos, y siempre con una absoluta fidelidad a sus pasiones científicas.

Caldas metido en Popayán, sin conexión con el mundo, con algunos viejos libros que podía estudiar libremente, y otros prohibidos del "siglo de las luces", que sólo leía a escondidas, a altas horas de la noche, a la luz de una vela, no llegó a la Expedición Botánica con las manos vacías porque, decía él, **jamás he podido apagar aquel gusto, aquella satisfacción que se experimenta en el estudio. Sólo la sepultura es capaz de agotar la inclinación a la lectura! Que dolorosa me sería esta determinación!** Y leía especialmente las páginas de la naturaleza, supliendo la falta de aparatos de observación con otros de su propia invención que él mismo fabricaba o que algún obrero construía bajo su dirección, como lo dice en una de sus cartas: **Un pequeño gnomon que hice construir me entretenía; tiraba meridianos, observaba alturas de sol, fijaba latitud, calculaba azimudes, y aprendí a conocer la amplitud de la eclíptica por la observación de los solsticios.** En estas condiciones recibe un obsequio de Mutis, al cual da respuesta de esta manera: **recibí la primera carta de usted ¿pero qué carta? Dos buenos tubos de barómetro y las obras maestras de Linneo.**

Cuando, pobre y enfermo, se dedicaba en Timaná al comercio de ropas de Quito, que solamente se hacía en las ferias celebradas los domingos y días de fiesta, le escribía a su amigo Santiago Arroyo (diciembre 9 de 1795): **Para llenar estos días vacíos de negocios, y separado de las conversaciones de los ciudadanos, me ha llamado la naturaleza: ella me encanta, me arrebat, y ya estoy hecho un observador común; todo me llama la atención y mueve mi curiosidad. Esta ocupación no grava mi cabeza con lecturas, no ocupa demasiado; agrada, divierte, instruye sin la menor pensión. La multitud de plantas nuevas para mí y verdaderamente raras me han llenado muchas horas; los peces, animales, ríos, colinas, genios, usos, costumbres, comercio, población, vicios y virtudes de sus habitantes llenan todos mis momentos.**

Un día de 1800 emprende con sus amigos Antonio Arboleda y Juan José Hurtado una excursión al cráter del Puracé, en donde le ocurre un percance de consecuencias estelares, al rompersele por la extremidad superior, el termómetro que utilizaba. Y fue que al cerrarlo y marcarle la nueva graduación, descubrió que la temperatura del agua en ebullición no es fija, sino variable con la altura sobre el nivel del mar. El 20 de mayo de 1801 le escribe a su amigo Arroyo: **Estamos en vísperas de un descubrimiento que hará honor a mi país. (...) He hallado, amigo querido, el medio de hallar la altura de todos los lugares con sólo el termómetro y con tal grado de precisión, que no difiere de las indicaciones del barómetro ni en media línea (...).**

El 6 de julio de 1802, al aceptar su nombramiento como miembro de la Expedición Botánica, envía a Mutis, a quien de ahora en adelante llamará su benefactor y maestro, el siguiente programa de trabajo: **1º Descripción de plantas; 2º Relación de un viaje proyectado y a expensas del célebre Director de la Expedición Botánica, de Santafé a Quitó, Guayaquil, Panamá, Portobelo, Cartagena y Santafé (...) diario circunstanciado de mis operaciones y observaciones en usos, costumbres, carácter, política, temperamento y producciones naturales de los pueblos por donde voy a transitar; 3º Observaciones meteorológicas; 4º Observaciones astronómicas; 5º Descripciones de animales y 6º Materiales geográficos.**

Pero su colaboración en esta empresa incluía otra para la cual no estaba iniciado: la Sociedad Patriótica. Nadie hubiera podido pensar que aquel tímido payanés tenía agallas de motor espiritual, de maestro, de faro. Servía al Observatorio Astronómico como director científico, pero en ese hogar fue, también, alma de la Sociedad Patriótica con entusiasmo sin frenos. Su casa era la casa de Camilo Torres, de José Acevedo y Gómez, de Jorge Tadeo Lozano, de Joaquín Camacho, de Miguel Pombo y de muchos otros patriotas. Escritor y periodista, difundió por todos los ámbitos, por medio de su SEMANARIO y de su DIARIO POLITICO, ciencia e ideas que enloquecían de amor a la libertad.

Su vocación de sabio fue huracán, y sus ideas y todas sus obras iban en alas de su estilo, bello estilo que denuncia cierta intimidad con griegos, latinos y enciclopedistas. Y es que él, antes que todo, era un humanista.

CALDAS Y LAS BASES CIENTÍFICAS DEL FEDERALISMO DE LA NUEVA GRANADA

Nariño, que había sido designado Vicepresidente interino de Colombia por el libertador, instaló en Cúcuta el 6 de mayo de 1821 el Congreso Constituyente, al cual presentó un proyecto que muchos calificaron de tendencias federalistas, y que concretaba en el título constitucional de la nación, así: REPUBLICA DE LOS ESTADOS EQUINOCCIALES DE COLOMBIA.

Esta desviación de Nariño ocurría nueve años después de librar las más cruentas luchas por el centralismo. La explicación de este insólito hecho nos lo ha dado el gran escritor e historiador español José Pijoán en su obra "Historia del Mundo y de la Humanidad" en la siguiente luminosa versión: "La Confederación de la Gran Colombia no era fantasía romántica de Bolívar. Nariño, el Precursor, de quien ya hemos hablado en otro capítulo, había regresado de sus prisiones en Europa con un proyecto de **República de los Estados Equinocciales de Colombia**, que incluía aquellas regiones. Alejandro de Humboldt, quien más que nadie conocía la configuración geográfica de aquella parte del mundo, había sugerido a Nariño una división territorial sumamente ingeniosa. Desde un punto central de los Andes, el país se dividiría en forma de abanico por líneas radiales hasta la costa en seis Estados con un puerto en cada uno. Pero Nariño era partidario de la unidad, y estos seis Estados debían contentarse con una moderada autonomía, sobre todo en el período de la lucha por la independencia. Juzgaba la idea federal **imaginaria, extemporánea**, opuesta a la realidad de los hechos".

El federalismo de la Nueva Granada pudo ser una imitación como fenómeno meramente político, pero las provincias concebidas como organismos estructurados independientemente según sus necesidades regionales, fue, sin duda, obra científica intuída por Caldas originalmente, y compartida luego por Humboldt, como trataremos de demostrarlo. Los seis estados del "abanico" propuesto por el Barón, eran impracticables, pero en cambio sí representaban una visión de esperanzas para el futuro de la nación, esas provincias federadas, no organizadas por un común patrón, sino por sus particulares necesidades, surgidas de sus complejos ambientales y del carácter de las gentes que las habitaban.

Todavía la posteridad no ha podido recoger el legado del sabio payanés, y la culpa es de la adversidad, que fue su compañera inseparable, torciendo su vida y opacando la brillantez de sus momentos estelares. De esta manera le hizo jurista sin ejercicio ni vocación; comerciante sin malicia especuladora; capitán de armas, alérgico al sacrificio y subyugación de sus semejantes; explorador de las leyes fisiográficas de un territorio que le cerraba los horizontes por la pobreza y el egoísmo de sus colegas; descubridor e inventor que no encontró manos generosas que mostraran al mundo sus trascendentales hallazgos; marido para el escarnio, que no tuvo otros amores que la sabiduría de la naturaleza de su patria; y un héroe de la ciencia y del humanismo, a quien equivocadamente hubiéramos querido que padeciera muerte bizarra de guerrero... Y qué aflicción! Por esta rara y artificial trashumancia de su personalidad, no ha cuajado aun para la historia el cristal de su extraordinaria figura, aunque solamos, por hábito pero con ignorancia, llamarle el "sabio".

Así nunca han podido comprenderse esos extravíos de Francisco José de Caldas, el hombre enamorado de la sabiduría, dentro de esa guerra civil desencadenada entre el Presidente de Cundinamarca Antonio Nariño, partidario exaltado de un gobierno centralista para la Nueva Granada, y el Congreso convocado en 1810 por la Junta de Gobierno de Cartagena, por medio de un manifiesto por el cual se invitaba a todas las provincias a elegir sus representantes, no bajo el centralismo que proponía Santafé, sino de un gobierno de tendencias absolutamente federativas.

Resulta también extraño que un hombre como Caldas, de índole pacífica, amante del estudio y de la contemplación de la naturaleza, se encontrara metido, de pronto, dentro de un uniforme de capitán de ingenieros y, más aun, formando parte de las tropas del General Antonio Baraya, que aparentemente salían de Santafé hacia el norte, con el pretexto de defender a Cúcuta contra los españoles que la invadían por Maracaibo.

Grande debió ser la sorpresa de Caldas y amargo su conocimiento, de que la misión de Baraya no era contra los españoles sino contra el Gobierno de Tunja, en acción "centralista", según podemos deducirlo de dos cartas dirigidas a sus más dilectos amigos: Camilo Torres, Presidente del Congreso, y Antonio Arboleda.

Dice al primero (mayo 23 de 1812): **Don Camilo: usted sabrá que fui destinado en calidad de ingeniero en la expedición de nuestro Baraya; pero no sabría mi disgusto al verme en el número de los opresores de Tunja y de Pamplona. Yo no sabía a donde caminaba. Y Dios me conducía a que contribuyese a la formación del Congreso con mis débiles fuerzas. Así que llegué a Tunja me hospedó el Gobernador, nuestro condiscípulo Niño, y, sin pensarlo, me hallé en la mayor disposición para influir sobre su corazón, y también sobre el de Baraya, a quien le merecí confianza.**

A Antonio Arboleda le manifiesta (abril 19 de 1812): **"no he tenido parte en estos proyectos de esclavitud, que vengo forzado y oprimido, y que no he dado un solo paso para seducir la simplicidad de estos pueblos inocentes. Por el contrario, he hablado sin embozo el idioma de la verdad a nuestro condiscípulo Niño, que está de Gobernador aquí. Esto calma mis inquietudes y serena mi corazón. En vez de corromper la opinión la afirma, y ocupo mis momentos en levantar el plano y describir el país para que sirva al Congreso.**

Este DESCRIBIR AL PAIS PARA QUE SIRVA AL CONGRESO FEDERALISTA, lo mismo que la afirmación que hace Caldas al final de este documento, en el sentido de que Nariño es un IGNORANTE DE NUESTRA GEOGRAFIA, esto es, que desconoce la razón del federalismo, revelan que no era una innoble pasión la que oponía el alma del payanés contra el Precursor, sino un móvil sostenido por todos los poderes de la disquisición de su inteligencia; en efecto: nuestro sabio, en ese movimiento federalista, fue un celoso guardián del espíritu científico. Su federalismo no era una función política, sino el resultado de sus observaciones y estudios alrededor de la estructura geográfica y climática de la Nueva Granada. Así concibió esas obras geniales de su época, que son las memorias **Sobre la Nivelación de las Plantas que se cultivan en la Vecindad de Ecuador y Del Influjo del Clima sobre los Seres Organizados**, que revelaban que el país estudiado no era homogéneo y que, en consecuencia, su organización administrativa no debía obedecer a un plan centralista, sino a otro de provincias constituídas independientemente, de acuerdo con sus características regionales.

A modo de ilustración, entresacada **Del Influjo del Clima**, transcribimos las siguientes ideas del Sabio, que fueron para entonces y para siempre, una defensa, con basamentos científicos, de un sistema federal para la República:

el hombre, dominador de cuanto lo rodea, no ha podido substraerse del imperio del clima.

Yo veo que el calor y el frío son los que han repartido a todos los animales sobre la tierra; que los grados del termómetro deciden de su destino y de su patria, y haciendo perecer a unos y vivificando a otros, han señalado límites que nadie puede alterar.

Registremos por este aspecto a nuestra Patria. Este sería el lugar más propio para pintar los usos, las costumbres, las virtudes y los vicios de todos los que habitan los diversos puntos de este inmenso país. Pero este objeto, vasto, difícil, y espinoso, nos atraería el odio y la indignación de nuestros compatriotas (...) El objeto que nos proponemos en esta Memoria no necesita de estas pinturas. Si hacemos notar la diferencia que hay en el carácter, en los gustos, en las pasiones, entre el habitante de los climas ardientes y el que vive

sobre los Andes; si formamos, en general, el cuadro de estas diferentes temperaturas y del hombre que las habita, habremos llenado nuestro objeto.

Si los hombres son diferentes, la vegetación de nuestros Andes parece que toca en los extremos. En el corto espacio de 20 leguas halla el botánico observador plantas análogas a las de la 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 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.

Que se recorra el globo, que se suba a las cimas o se baje a los valles, que se examinen los bosques y se pase revista a todos los animales; que el hombre mismo se sujete a este examen: en todas partes, en todos los seres, se halla profundamente grabado el sello del calor y del frío; no hay especie, no hay individuo en toda la extensión de la tierra que pueda substraerse al imperio ilimitado de estos elementos; ellos los alteran, los modifican, los circunscriben; ellos varían sus gustos, sus inclinaciones, sus virtudes y sus vicios. Se puede pues decir que se observa y se toca el influjo del clima sobre la constitución y sobre la moral del hombre.

Pero considerada la obra de Caldas por otros aspectos, resulta evidente que sus iniciales preocupaciones fueron estímulo para el Barón de Humboldt y cuna de la GEOBOTANICA, medula hoy de toda concepción regional, que “surgió del encuentro de los dos sabios; ensalsado el uno y desconocido el otro”, según el juicio crítico, pleno de justicia, del ilustre geógrafo español PABLO VILA.

Así, repetimos, el federalismo de Caldas tenía un fundamento estrictamente científico; pero su emotividad y los espejismos de la época perturbaron su ánimo, como él mismo lo confesaba en abril de 1812 a algunos de sus amigos a quienes llamaba LACEDEMONIOS, alusión que denuncia el severo examen que hacía de su responsabilidad; les decía: **solo el flujo político me hace decir cosas que no son de geografía y astronomía.**

Si consideramos los estudios fitogeográficos del Sabio como la prístina fuente del federalismo científico, debemos afirmar también, que nuestra tesis **Colombia, un Archipiélago Biológico**, surgió como consecuencia de sus originales estudios y de los realizados a fines del siglo pasado por el General Francisco Javier Vergara y Velasco sobre las regiones naturales del país. Decíamos a propósito de los primeros:

“Este enunciado (el del **Archipiélago Biológico**), que tiene la virtud de compendiar el aspecto ecológico del país, y parece original, viene precedido, en realidad, de muy valiosos estudios, como la **Memoria sobre la Nivelación de las Plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador**, una de las más brillantes contribuciones científicas del sabio Caldas —y la primera que se conozca—, al estudio de la ecología”.

“Caldas se sirvió de las plantas como indicadores del clima y del suelo, método original al cual sólo se le daría importancia casi un siglo más tarde”.

“Es tan constante esta ley —dice nuestro sabio—, que 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”.

“Desgraciadamente esta empresa iniciada genialmente no pudo continuarla, porque su jefe de la expedición botánica y maestro, no quiso oír sus demandas que le permitirían ampliar sus excursiones. Caldas se expresa así, con impresionante amargura: mis viajes todavía no exceden de doscientas leguas; jamás he pasado de 4° 36' de latitud; no conozco sino una pequeña parte del gran cuadro; el velo apenas se levanta por un ángulo, dejando en tinieblas lo restante.

“Cada observación, cada concepto de la obra que nos alcanzó a legar Francisco José de Caldas, me produce una emoción dolorosa, porque representa el principio de una obra extraordinaria, truncada apenas en la alborada. Si la vida de este hombre genial se hubiera prolongado por tres lustros más, aun persistiendo los estorbos que tanto le inquietaron, seguramente su nombre habría alcanzado una universal inmortalidad”.

CALDAS Y LAS ORGANIZACIONES DE SECTORES REGIONALES QUE AHORA SE PROYECTAN

Es lástima que la política no vaya brazo a brazo de las ciencias biológicas. Si tal ocurriera, Caldas y Nariño no habrían sido polos opuestos de una revuelta fratricida, ni centralistas y federalistas se hubieran separado, en distintas épocas de nuestra historia, por que-
rencias no bien definidas, pero adversas e incompatibles.

Sin embargo, a pesar de la raigambre tradicionalista del centralismo, triunfante en las últimas etapas de la vida nacional, el federalismo brotará a cada momento, no como un derecho de rancio abolengo, sino como un cuerpo vivo, sometido a las leyes biológicas. Por esto decíamos en nuestro último capítulo destinado a la defensa de nuestra tesis **Colombia, un Archipiélago Biológico**, lo siguiente:

“Toda cultura pasa por los mismos estadios que el individuo. Tiene su niñez, su juventud, su virilidad, su vejez, dice Oswaldo Spengler. 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”.

“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 CONFEDERACION 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.

Pero no son estos conceptos irreflexivos; por el contrario: son torrente que se despeña de la clara concepción bioclimática que del país tuvo Caldas, y que, aún sin solución de continuidad, se están transformando en río ancho y profundo que terminará por fecundar con su verdad la mentalidad de los futuros artifices de la cultura colombiana. Entonces deberán recordarse con gratitud, los nombres de quienes con su inteligencia y sacrificios contribuyeron a escribir la fisonomía de la patria; son ellos: **Francisco José de Caldas, Francisco Javier Vergara y Velasco, Frank M. Chapman, Carlos E. Chardón, José Cuatrecasas** etc.

El estado actual de Colombia, sometida a singulares y dolorosas reacciones, podrá darnos la clave de su futuro engrandecimiento, que parece ya va bosquejándose en esa proyección de Carlos Lleras Restrepo sobre organizaciones autónomas de sectores regionales. Presentamos, en síntesis realizada por él mismo, la siguiente expresión de su idea, que es corolario de la concepción biológica de Caldas, fenómeno intuitivo no extraño en quien cuenta con una lujosa ascendencia de científicos. Dice el doctor Lleras Restrepo:

SOBRE EL CENTRALISMO: “Yo me atrevería a decir que existe ante todo una falla trascendental que es origen de muchas otras: el excesivo centralismo. Mientras más medito en la actual vida de la nación, más me convenzo de que el centralismo ha venido actuando como un factor esterilizante de las iniciativas e impulsos locales y que resta a menudo rapidez y eficacia a los más generosos empeños. Los aspectos económicos del gobierno, por referirse a menudo a necesidades y problemas más íntimamente vinculados con la vida de cada región y de sus habitantes, debieran estar mayormente descentralizados que los políticos. Y muchas veces se pensó organizarlos así. Sólo que las fuerzas profundas del centralismo han ganado casi siempre la batalla”.

SOBRE CORPORACIONES AUTONOMAS: “Lejos de mí propugnar por una organización uniforme en todas las regiones, que no tome en cuenta las diferentes características de los problemas y la infinita variedad de aquellas. Pero se me ocurre que podrían ensayarse dos caminos para el ejercicio del gobierno económico local: el primero, la organización de nuevas corporaciones autónomas para sectores más o menos extensos, donde esté indicada la realización de un plan de conjunto; el segundo la creación de los centros rurales, que coordinen la acción de los distintos servicios campesinos, ayuntándolos con una estructuración moderna de los núcleos de población, acomodada a la índole peculiar de nuestras gentes”.

Y porque continúan vigentes en algún grado las penurias que Caldas observaba en la Nueva Granada, vale la pena que demos término a este capítulo, repitiendo su invocación a los santafereños de 1809, desde las páginas del SEMANARIO:

Demos a conocer nuestras provincias, calculemos su extensión, sus tierras de labor, sus selvas, sus pastos y sus peñascos. Describamos sus plantas y sus minerales; ditingamos las producciones útiles de las que no lo son hasta el día; comparemos lo que tenemos con lo que nos falta; perfeccionemos aquellos objetos, y hagamos esfuerzos para adquirir estos; apreciemos los productos de nuestra agricultura y de nuestra industria; meditemos detenidamente nuestras costas, nuestros puertos, los ríos navegables que atraviesan esta inmensa colonia, la dirección de nuestras montañas, la temperatura, la elevación sobre el océano, las ventajas, los obstáculos que cada Departamento tiene para hacer su comercio con sus vecinos o con los demás pueblos; calculemos con la mayor frecuencia y con toda la exactitud posible el número de habitantes de cada Provincia y de cada pueblo; estudiemos la constitución física, el carácter, las virtudes, los vicios, las ocupaciones del hombre que habita bajo climas tan diferentes y aun opuestos; la educación física y moral que se da actualmente, y la que más convenga a cada punto; las enfermedades más frecuentes, las epidemias, las tablas necrológicas y cuanto pueda mejorar y hacer feliz al hombre.

CUARTA

Y SUCEDIO QUE... CALDAS TENIA RAZON.

Cuando dábamos término a esta exégesis, topamos con la obra “Grandezas y Miserias de Dos Victorias” del doctor Bernardo J. Caycedo. Se trata de un libro sincero, de elevada factura ética, grato al paladar de un intelectual. Los documentos que saca a relucir el doctor Caycedo contra Caldas, son exactos y, sin embargo, nosotros los traemos en su favor, para seguir una vía opuesta a la del distinguido historiador.

La aparente paradoja tiene una explicación: “Grandezas y Miserias de Dos Victorias” y esta exégesis nuestra sobre Caldas, son como dos ferrocarriles que, respectivamente, el doctor Caycedo y nosotros hemos hecho partir con los mismos próceres —Caldas y Nariño—, pero con distinta misión: el doctor Caycedo ha creído conveniente que el recorrido se haga por campos de las viejas luchas políticas, muy respetables por cierto. Por nuestra parte, al margen de ese edificio construido sobre divagaciones abstractas, puramente filosóficas, hemos creído, como científicos, fundamentar nuestro criterio con esos elementos irrefutables y perennes de la biología. Y ya que nos hemos valido de ese simil de los ferrocarriles, digamos que nuestras diferencias han sido motivadas por las orientaciones dadas por los “guardavías”.

LUIS MARIA MURILLO

CALDAS Y LOS ORIGENES EUROCRIOLOS DE LA GEOBOTANICA

PABLO VILA

Geógrafo. Director y Profesor de Geografía
en el Instituto Pedagógico de Venezuela,
y Rector del correspondiente Departamento
de Ciencias Sociales.

Con honda gratitud traemos a esta columna destinada a una exégesis de la obra de nuestro Sabio, el magnífico capítulo que, sobre los "ORIGENES EUROCRIOLOS DE LA GEOBOTANICA", ha escrito el distinguido geógrafo español don PABLO VILA. Es un estudio que puede señalarse con honor entre los homenajes de nuestra efemérides.

Hemos destacado aquellos elementos que corresponden a la personalidad científica de CALDAS. Quien desee conocer las notas bibliográficas del señor Vila, que hemos suprimido, puede hallarlas en la elegante Revista Shell de Venezuela (marzo de 1960), de donde se ha reproducido el presente capítulo.

N. de la D.

De vuelta de su viaje a América, Alejandro de Humboldt, antes de iniciar su gran serie de volúmenes del "Voyage", publica, como si dijéramos "avant la lettre", el "Essai sur la Geographie des Plantes accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales"; lo publica en colaboración con Aime Bonpland, su compañero de viaje y el verdadero botánico de la expedición, como lo destaca Pittier. La visión geográfica, sin embargo, la tenía Humboldt.

La originalidad del principio científico de aquella publicación le fue objetada con el alegato de que las variaciones de la vegetación en altitud habían ya sido destacadas por otros observadores, especialmente por Sausurre y Ramond.

El vencedor del Mont Blanc y el vencedor del Monte Perdido, alpinista el uno y pirineista el otro, antes que Humboldt realizara sus ascensiones por los Andes en 1801 y 1802, habían escalado y cruzado respectivamente los Alpes y los Pirineos, dándose cuenta de las variaciones de la vegetación en altura.

Y fue Ramond, precisamente, quien en 1789 presentaba a la Academia de Ciencias de París, en sesión del 3 de abril de aquel año, una comunicación sobre sus observaciones pirineicas de naturalista. En cuanto a la vegetación, destacaba en ella las variaciones que ésta presentaba en relación con la altitud. Y según reseña el acta, como consecuencia general, anuncia "que la disposición de los vegetales en las vertientes de las montañas se debe principalmente a la temperatura de sus diversas zonas" o pisos altitudinales.

Pero en el libro publicado a raíz de aquella exposición académica —el primero de los dos que dedicó al Pirineo aquel notable observador montañoso—, el señalamiento de la sucesión de paisajes en altura es más completo y nada exclusivo.

"Desde tiempos atrás, se ha observado que las montañas a partir de su base a la cima presentan la vegetación dispuesta al igual que en la superficie de la Tierra, desde donde las montañas se encuentran hasta el polo. Se había visto que los árboles no pasaban de la mitad de esta escala; que a mayor altura no había sino arbustos, que el musgo ocupaba los dos extremos, pues sólo éste podía vivir a la vez en el verano perpetuo de la zona tórrida y en el perpetuo invierno de las zonas polares".

Sin duda Humboldt conocía estos antecedentes. Equipado para hacer observaciones precisas y con un buen sentido de sistematización, tras observar por su cuenta en el Teide, y sobre todo en los Andes, se dio a relacionar los datos con los recogidos de sus abundantes

lecturas u obtenidos de informaciones como las que le dieron De Candolle o el mismo Ramond. Genialmente hizo comparaciones acertadas con el enorme acervo recogido, tanto botánico como de temperaturas y altitudes.

La premura con que hizo la publicación de su "Geografía de las Plantas", aparecida antes de un año de su retorno a París, no deja de sorprender cuando se piensa que la aparición de todo el cúmulo de materiales y de investigaciones realizadas a través de los países equinocciales sólo se fue haciendo en publicaciones paulatinas desde 1807 hasta 1839.

La publicación rápida de este primer ensayo de Geobotánica fue un tanto precipitada. Podía haber el propósito de que se hiciera antes que otros naturalistas europeos sistematizaran el suyo. La visión de una geografía de las plantas flotaba ya en el ambiente científico europeo. Buena prueba de ello son las observaciones realizadas por Leopoldo de Busch y Carlos Smitd, que el mismo Humboldt aprovechó para su magnífico corte de la isla de Tenerife, en el cual aparecen colocados los nombres de las plantas según las altitudes a que fueron observadas por aquellos botánicos.

El Barón quiso darle unos lejanos antecedentes a su obra y así en el prefacio afirma que la idea le venía de su juventud, cuando en 1790 presentó el primer esbozo de la misma a su amigo Georges Förster, uno de los compañeros de Cook en su segundo viaje. Cabe en lo posible, dada la inquietud científica del prusiano, que bien podía haber leído a Ramond, cuyas "Observations faites dans les Pirenees" aparecieron en librería, en París, un año antes.

Todo naturalista, hombre de campo, conocedor de la montaña, mensurador de altitudes y anotador de temperaturas, preocupado de los ambientes climáticos donde los seres organizados viven, había de darse cuenta de los cambios florales y faunísticos que aparecían ascensionalmente.

De ahí la sorpresa de Humboldt cuando en el Nuevo Reino de Granada, se encontró con un observador como él, un inquisidor de su mismo temple, con igual espíritu científico, naturalista y físico, pero autodidacta, sin libros casi y muy escasos contactos con investigadores. Se había inventado los aparatos —el hipsómetro, por ejemplo— y tenía ya proyectadas "unas nivelaciones barométrico-botánicas". La referencia, por bien clara, permite comprender que se trata del payanés Francisco José de Caldas, aquel criollo que además de ser un precursor de la Geografía Moderna fue prócer y mártir de la Independencia.

El sabio Caldas, como justamente se le ha llamado en su tierra, en la "Memoria sobre la nivelación de las plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador", escrita en 1803, cuyo original se guarda en la Biblioteca Nacional de Bogotá, declara que desde 1796 "en que comencé a ver estas cosas con reflexión"... su primer cuidado en los cortos viajes que realizaba por el Virreinato, era de "observar la elevación, la calidad y los límites a que está reducido el cultivo de las plantas útiles y de que depende nuestra subsistencia".

Entre tanto se preparaba y siguió preparándose para una obra más vasta, la "Geografía de las plantas del Virreinato de Santa Fe y su carta botánica", con perfiles de las varias ramificaciones de los Andes, "en la extensión de nueve grados de latitud" que diera a conocer "la altura en que vegeta cada planta, el clima que necesita para vivir y el que mejor le conviene a su desarrollo"; así lo explica su biógrafo Lino de Pombo, discípulo y amigo, cuando en 1852 escribe su "Memoria histórica sobre la vida, carácter, trabajos científicos y literarios, y servicios patrióticos de Francisco José de Caldas".

El payanés, en sus primeras relaciones con el berlinés, pleno de euforia por la novedad portentosa de relacionarse con un sabio europeo precedido de gran fama; con el impacto de la apreciación elogiosa que éste hacía de sus trabajos, le franqueó cuanto hasta entonces había hecho, así como sus estudios en curso.

Ambos se encontraron en la vía de los mismos estudios geobotánicos.

Puesto que ninguno de los dos señala una estructuración explícita de los mismos, es de suponer que en sus actividades al respecto, ninguno de los dos había pasado de anotar altitudes, temperaturas y localizaciones, respecto a las plantas recogidas.

El 31 de diciembre de 1801 llegaba el Barón a Ibarra, donde impaciente y cohibido le esperaba Caldas. Hábil en el trato, el viajero acogióle “con franqueza y liberalidad”. Públicamente le dijo —según el propio interesado se lo escribe a su amigo Santiago Arroyo—: “He visto los preciosos trabajos de usted en *Astronomía y Geografía*. Me los han enseñado en Popayán. He visto alturas correspondientes, tomadas con tal precisión, que la mayor diferencia no pasa de cuatro segundos”. Y añade Caldas, unos párrafos después: “Me ha dicho que quiere que me conozca el mundo y no dudo que en más de un lugar me haga representar algún papel”.

No habían entrado todavía en materia sobre el hipsómetro (empleo del termómetro en agua hirviendo para calcular las altitudes, procedimiento que había descubierto Caldas al tratar de establecer los niveles de la vegetación durante sus viajes sin el uso del barómetro, por lo embarazoso de este instrumento).

Al tratar este tema el Barón debió darse cuenta de que aquel criollo se hallaba en el camino de establecer las relaciones existentes entre las plantas, su temperatura y la altitud, lo cual no dejó de sorprenderle.

Relaciones y conversaciones continuaron; pero el carácter introvertido de Caldas y la austeridad de su vida no tardaron en chocar con la vida desenvuelta que el Barón hubo de llevar en Quito con las amistades que le salieron al paso, las cuales no cuadraban mal a su temperamento, todavía juvenil a los treinta y tres años; el criollo tenía uno menos. Margino un tanto a Caldas, y se familiarizó con Carlos Montúfar, que no se entrometía en las ciencias y en cambio era divertido en el trato y amigo de francachelas.

Al continuar el alemán su viaje, ya Caldas no le acompañará fuera del país como se le había dado a entender. El desengaño constituyó duro golpe para el payanés; pero su tesón lo condujo a superarse en sus estudios y especialmente en los que se refieren a la nivelación de las plantas.

Humboldt, el 25 de noviembre de 1802, escribe desde Lima a su amigo Jean Baptiste Joseph Delambre, astrónomo y matemático parisién, dándole cuenta de su viaje y de las personas que le habían atendido: Mutis, el presidente de la audiencia; los Montúfar; nada de Caldas. Le participa cómo van sus trabajos y entre ellos los que realiza para considerar las altitudes en que viven las plantas: “No hay vegetal del cual no podamos indicar la roca que habita y la altura en toesas hasta la cual se eleva; a tal punto que la geografía de las plantas tendrá en nuestros manuscritos datos muy exactos”. No hay en dicha carta ninguna referencia a Caldas, el criollo que realizaba las mismas investigaciones fitogeográficas, y se lo había comunicado a Humboldt.

El Barón tuvo prisa en dar a conocer sus ensayos al respecto, y, al efecto, ya de vuelta de Lima, rumbo a México, desde Guayaquil envía a José Celestino Mutis, el generoso botánico auspiciador del fracasado viaje de Caldas, y por mano de éste, “un cañón de lata que contenía una memoria sobre la *Geografía de las Plantas*”.

En el envío a su protector, el payanés añade: “Yo la he tenido quince días para tomar una copia, y la remito ahora acompañada de una friolera mía, casi en el mismo género, que espero la reciba Ud. con bondad”. Se comprende que aquella “friolera” debía tener originalidad propia, al juntarla al trabajo del Barón; tanto porque Caldas era un hombre sincero como porque iba a manos de aquel patriarca de la Botánica neogranadina, a quien atendía con el máximo respeto.

Dicha “friolera” era precisamente su “*Memoria de las plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador*”, avance de las investigaciones que sobre la geografía de las plantas estaba realizando, pues para mandar su trabajo junto con el del Barón se concretó a señalar la altitud de los cultivos regionales.

Tampoco Humboldt había enviado más que un esbozo. En Santa Fe, los botánicos de la expedición tuvieronlo como un trabajo acabado. Mutis lo guardó porque le estaba dedicado. A la muerte del notable botánico, Caldas quiso publicarlo en su “*Semanario*”. Hizo la versión José Tadeo Lozano, con un estilo excelente. En la publicación se declara que va “en una traducción fiel y conforme al manuscrito del Autor”. Caldas lo prolongó y le puso notas.

Difiere un tanto esta publicación, hecha en 1803, de la edición francesa, la propia del autor, correspondiente al año 1805. En ésta se da cantidad de datos físicos: visiones geológicas, límites de las nieves, los animales según la altitud y los cultivos en altura. Era una serie de adiciones poco organizadas, disposición estructural del texto que a menudo se presenta en las obras de Humboldt; a causa de que las más de ellas hubieron de ser preparadas precipitadamente, o a saltos, sin trabazón adecuada. Esta característica se destaca más todavía en esta obra que en otras, como si se resintiera de un apresuramiento en la publicación a fin de que ninguna otra sobre el mismo tema apareciera antes. No había que temer que lo hiciera Caldas, tanto porque se hallaba carente de medios como porque pensaba en una publicación más completa.

Sorprende el que en la publicación se suprimiera la dedicatoria a Mutis, ya que ésta fue "hecha con los sentimientos del más profundo reconocimiento al ilustre patriarca de los botánicos", según rezaba el ensayo que le fue enviado.

Cuando Joaquín Acosta publicó, en 1849, su reedición del "Semanario de la Nueva Granada" en el curso de la impresión del ensayo geobotánico, por indicación del mismo Humboldt, tras las primeras páginas ya impresas, la continúa con una traducción conforme la versión original publicada en Francia.

La desatención que Humboldt cometió con el venerable sacerdote y científico al no mantener la dedicatoria en la edición francesa, la tuvo constantemente con Caldas. No le cita en el prólogo, al mencionar a Ramond y De Candolle; tan sólo lo hace al tratar de las altitudes andinas, obtenidas por medio del agua hirviendo, para decir que también las hizo Caldas y que piensa publicárselas. En el resto de sus obras Humboldt, si alguna referencia hace al criollo, es escueta y nunca relacionada con las actividades fitogeográficas en las que por lo menos, coincidieron.

Ya anciano, en 1845, cita a Caldas en "Cosmos" —con motivo de unos datos pluviométricos de Santa Fe—, como uno de sus compañeros de viaje por la América del Sur; pero no lo menciona al nombrar a unos antecesores que se ocuparon de la vegetación en altitud o en superficie (el cardenal Membo, Tournefort) o que usaron por azar la denominación de "geografía de las plantas" (Menzel, Berardin de Saint Pierre).

Caldas, en cambio, dio a conocer aquel ensayo de Humboldt, en su "Semanario". Al publicarlo lo prologa, señalándolo como "obra original, llena de observaciones importantes, de miras vastas y filosóficas, en un estilo digno de la majestad de su objeto", y lo considera como un cuadro grandioso de los Andes equinocciales. Le hace sin embargo algún reparo y por ello añade: "Respetando las luces, los vastos conocimientos y los grandes talentos de este viajero extraordinario, más respetamos la verdad".

Y a continuación anota su preocupación constante por el tema. "Ha muchos años que reunimos materiales y observaciones para una obra intitulada "Fitografía del Ecuador", trabajando sobre un plan más vasto y más útil al comercio, a la agricultura y a la medicina vegetal... Humboldt se limita a las alturas, y nosotros, ... nos atrevemos a señalar la latitud hasta donde extienden su existencia las plantas".

"Establecemos principios y leyes generales sobre la geografía de la vegetación, y creemos dar un paso a esta ciencia, que por confesión de Humboldt se halla todavía en la cuna".

Al final de esta aclaración, promete acabar su obra, si las circunstancias y su fortuna se lo permiten y puede completar sus conocimientos en Botánica.

Desgraciadamente ni sus trabajos en las salas de la Expedición, ni sus ocupaciones en el Observatorio, ni su cátedra de Matemáticas se lo permitían, y menos sus limitadas posibilidades económicas. No podría hacer más que dedicarse de cuando en cuando, en breves ocasiones, a su "fitografía".

Y aun estas escasas eventualidades se extinguieron, al exigirlo las necesidades nacionales. El Sabio hubo de convertirse en Coronel de Ingenieros y Director de Armamento y Municiones.

Caldas esperaba que una vez estabilizada la República, podría terminar su geografía de las plantas. Pero en mala hora cayó en manos de los realistas, del insensible Enrile.

Truncada la vida de Caldas, su obra quedó inconclusa y "los materiales colectados en el herbario y manuscritos dispersos".

EPILOGO

La obra del Barón crecía, se expandía; bella, científica, fastuosa, era la admiración de especialistas, académicos y bibliófilos. Su "Essai Sur la Geographie des Plantes" había iniciado la Geobotánica.

La nombradía del sabio berlinés perdura; Caldas es ignorado en el mundo científico; lo es aun entre especialistas y geógrafos.

De Caldas quedan sólo unos ensayos con sagaces conceptos fitogeográficos, breves testimonios de lo que podía haber sido su obra. Limitado su radio de actividad, sus atisbos no trascendieron; y el sabio payanés quedó olvidado.

Con todo, la verdad es que la Geobotánica surgió del encuentro de los dos sabios; ensalzando el uno y desconociendo el otro.

Las "CARTAS" y "OBRAS" de CALDAS con la BIOGRAFIA DE DON LINO DE POMBO, publicadas por la Biblioteca de Historia Nacional, son, hasta ahora, el mayor monumento levantado en homenaje del SABIO.

Está por escribirse el juicio definitivo del hombre, del científico, del humanista y del patriota, pero su biografía ya está reseñada con ese amor y esa lealtad, que sólo pueden poner en la factura de la historia hidalgos como ese patricio que se llamó Don EDUARDO POSADA, su recopilador y comentador.

Ojalá la Academia de la Historia quiera reeditar, ampliadas con los documentos adquiridos posteriormente, para ejemplo y enseñanza de la juventud de Colombia, esas OBRAS Y CARTAS inmortales.

El retrato del SABIO CALDAS, que decora estas páginas, fue pintado por el gran artista colombiano don MIGUEL DIAZ VARGAS, en dos ejemplares: uno para el Observatorio Astronómico y el otro para su amigo Luis María Murillo.

N. de la D.

SALVADOR RIZO, ARTISTA BOTANICO Y PROCER DE LA INDEPENDENCIA

LORENZO URIBE URIBE, S. I.

de la Academia Colombiana de Ciencias.

La Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada terminó su larga vida de cerca de seis lustros entregando a la patria naciente tres mártires: *Francisco José de Caldas, Salvador Rizo y Jorge Tadeo Lozano*.

Rizo socialmente era de origen humilde. Por sus venas parece que corría alguna sangre africana. Fue excelente pintor botánico y con su superior, el sabio don José Celestino Mutis, el alma de la Expedición a la que sirvió por cerca de veintiséis años. Cuando ya su vida declinaba sentó plaza en los ejércitos libertadores, asistió a varios combates y murió por Colombia en el cadalso. A pesar de todo su vida y su obra han merecido poca atención de nuestros historiadores y su nombre ilustre sólo se ha mencionado acá y allá, por lo general escuetamente¹.

Aprovecho la bondadosa insistencia del Director de la Revista de la Academia de Ciencias para escribir unas breves notas sobre el meritísimo "Mayordomo" de la Expedición, utilizando documentos inéditos coleccionados por el historiador don Guillermo Hernández de Alba quien ha tenido la gentileza —que agradezco cordialmente— de ponerlos a mi disposición².

SALVADOR RIZO BLANCO debió nacer hacia 1760. Era su madre doña María Hipólita Blanco; no conocemos el nombre del padre. Es incierto el lugar de su cuna. Generalmente se ha supuesto que era de Mompós, en el actual Departamento de Bolívar; pero Florentino Vezga que parece estaba bien informado habla de Cartagena³. Al menos es indudable que creció y vivió en la Ciudad Heroica, de donde hizo venir a Fusagasugá en 1797, y más tarde a Santa Fé, a su madre y a una hermana que entró monja en el convento de Santa Inés de Bogotá con el nombre de María Rita de la Encarnación⁴.

Los escritos que se conservan de Rizo permiten adivinar en él una instrucción deficiente y una cultura literaria menos que mediana⁵. En Santa Fe, y probablemente en 1797, casó con Josefa Robledo de la que tuvo familia numerosa, aunque en concreto nada sabemos de sus hijos.

A principios de 1784 vino de Cartagena a Bogotá el Capitán ingeniero don Antonio de Latorre que se ocupaba en el trazado de caminos, y trajo consigo en el cargo de "Delineante" a Salvador Rizo⁶. Por entonces se encontraba en la Capital el sabio Mutis quien, apenas instalada en Mariquita la Expedición Botánica (julio de 1783) había regresado obedeciendo al Arzobispo Virrey que lo llamaba con apremio. Conoció a Rizo, adivinó las excelentes cualidades artísticas del costeño y suplicó al Ingeniero se lo cediera para pintor de su Flora. En abril de ese año, Pascua de Resurrección, pudo presentarse de nuevo en Mariquita llevando consigo al hombre que iba a ser su mejor colaborador hasta la muerte. Además de pintor encontró en él un empleado fiel, honrado, de conducta intachable. Y pudo escribir pronto a Eloy Valenzuela: "Rizo lo hace admirablemente y es un yunque para el trabajo, cuyo ejemplo siguen los demás".

Posición clave para el buen éxito de la Expedición fue la que Mutis denominó "mayordomía": el manejo del dinero, que asqueaba al propio Director, la ordenación de los trabajos, la vigilancia inmediata de los empleados. Rizo había sido nombrado por el Arzobispo-Virrey "primer Pintor de la Expedición"; ahora Mutis lo elegía también como "Mayordomo" perpetuo de su instituto. Fue un trabajo delicado y complejo que años más tarde, en un memorial al Virrey Amar y Borbón, resumió el propio Mayordomo-Pintor con estas palabras: "La percepción de las rentas destinadas en su objeto al gobierno económico y los gastos ordinarios están

¹ Con alguna detención escribió sobre Rizo don Florentino Vezga en su *Historia de la Expedición Botánica* (1862). Suyos son varios datos de los consignados aquí.

² La colección sobre la Expedición, de Hernández de Alba, está depositada en el Instituto de Cultura Hispánica de Bogotá. A ella me referiré con la sigla: "Fondo G. H. de A."

³ El historiador don Segundo Germán de Ribón me informa que no es posible averiguar una posible partida de bautismo de Rizo en Mompós por haber desaparecido los libros parroquiales anteriores a 1782. Hace también referencia a un artículo del Dr. León Facio Lince, publicado en 1943 en el *Boletín Historial* del Centro de Historia de Santa Cruz de Mompox (hoy Academia de Mompós) en que afirma que Rizo era ciertamente de Mompós, se estableció muy joven en Bogotá y dejó en Mompós dos hermanos, Vicente que pasó después a San Sebastián de Buenavista (pueblo del Departamento de Magdalena, cercano a Mompós) y Claudio que se radicó en Ocaña. Datos un poco extraños cotejándolos con otros ciertos que se exponen en el texto.

⁴ La religiosa María Rita de la Encarnación (Rizo) declaró en 1817 que su hermano Salvador "pagaba en Cartagena la casa en que vivían ella y su madre y la alimentación de ambas, que desde que tuvo uso de razón no conoció otro benefactor". (Fondo G. H. de A.).

⁵ Cambiaba la *r* por *l* o por *d* y la *l* por *r*: albolitos, verbalmente; martratar, última (última); medidiana (meridiana).

⁶ Dato de don Guillermo Hernández de Alba.

a mi cuidado: encargos, viajes, excursiones botánicas, todo pasa por mis manos. (Además) he trabajado en el dibujo y colorido de las láminas de esta Flora que se me han encomendado, y dando la perfección posible a las que se ponen al cuidado de los demás oficiales que vinieron de Quito; comunicando los principios que poseo a los jóvenes que se me han confiado, habiendo a este fin establecido una escuela”.

En la iconografía mutisiana se conservan 140 láminas firmadas por Rizo. Muchas más tuvieron que ser las trabajadas por él, dado el largo tiempo que permaneció en la Expedición y el hecho de que sólo por excepción firmaban sus obras los pintores. Y hay que reconocer que fue un buen pintor botánico, excelente en muchos de sus iconos. Interpretaba con naturalidad el modelo; era fiel en los detalles científicos; seguro y firme en el dibujo. No le sedujo la tendencia de muchos de sus compañeros de estilizar las plantas dándoles cierto tinte heráldico. Habrá algunos que prefieran el opulento modelado de los quiteños; el botánico se quedará con Rizo.

Fue también retratista de no escaso mérito. Suyo puede ser el retrato de Mutis que se conserva en el Observatorio Astronómico de Bogotá. Con seguridad lo es el de Antonio José Cavanilles que existe en el Museo Nacional de Historia: representa al botánico español, en traje de clérigo a la francesa, teniendo delante de sí la planta que había nombrado en honor de Rizo y completando su descripción. Sobre la identidad de ese retrato, por mucho tiempo atribuido a Eloy Valenzuela, es concluyente la frase que escribió Sinforoso Mutis a Cavanilles el 9 de octubre de 1802: “Rizo saluda a Vmd. Por el retrato que Vmd. le remitió ha hecho uno de medio cuerpo en grande”⁷.

En la historia de nuestra cultura artística hay que mencionar con honor la escuela de pintura de la Expedición Botánica, dirigida por Rizo, la primera quizás que existió en Colombia, precursora de nuestras escuelas de Bellas Artes. Comenzó en Mariquita donde poco prosperó. Más tarde en Santa Fe tuvo notable desarrollo, llegó a tener 32 alumnos simultáneos y dio a la Expedición algunos de sus mejores pintores de los últimos años.

Algo rígido debió ser Rizo en el gobierno de sus compañeros. Recientemente forjado para el cumplimiento del deber no transigía con el trabajo a medias. Si él cumplía sin glosa “las órdenes y disposiciones de Mutis”, no había camino distinto para los demás. Ello le trajo malquerencias en el seno de la Expedición. Para animarlo le escribió Bonpland una carta desde Ibagué, a 29 de septiembre de 1801, que al mismo tiempo era muy honrosa para el Mayordomo: “Siga Vd. de cuidar lo de todos sus esfuerzos sin reparar en lo que se dice en el público; así también que se lo he dicho muchas veces se lo repito oy y lo repetiré siempre, todos los hombres de bien que saben cumplir con sus obligaciones con tanta puntualidad tienen siempre enemigos; pero, qué les son estos enemigos? Son todos poco apreciables en la sociedad y se hacen más daño a ellos mismos que a Vd. El señor Barón (Humboldt) como yo lo conocíamos antes de llegar a Santa Fe y aunque teníamos de Vd. muy buena opinión por lo que se nos había dicho, el trato que hemos tenido con Vd. nos ha confirmado en la buena opinión y la ha aumentado”⁸.

José Celestino Mutis murió el 11 de septiembre de 1808, a las 3 de la mañana. Estaban a su lado Rizo, Caldas y el sobrino Sinforoso Mutis. Cuando clareaba, a las 6 de la mañana, se presentó el Secretario del Virreinato, don José Ramón Leiva, encargado por el Virrey Amar y Borbón de todo lo relativo a la Expedición. Rizo que aún permanecía junto al lecho mortuorio le hizo entrega de todas las llaves del establecimiento. Acto que debiera haberlo inmunizado contra toda sospecha posterior!

No hizo Mutis personalmente el testamento. Depositó su confianza en Salvador Rizo, celoso guardián de sus bienes y escrupuloso cumplidor de sus deseos. El 1º de julio de 1808 le dio poder judicial para testar en su nombre. Dicho poder y el testamento dictado por Rizo el 17 de noviembre siguiente se conserva en la Notaría 3ª de Bogotá, Protocolo de Instrumentos Públicos de 1808, folios 319 y sigs. Ese acto de ilimitada confianza por parte de su amadísimo jefe fue para Rizo la mejor recompensa de sus largos años de servicio. Pero fue también el comienzo de acusaciones, malquerencias, sospechas y persecuciones declaradas que ensombrecieron el resto de sus días y pesaron como losa sobre su mismo patíbulo. Contra él estuvieron desde entonces la familia de Mutis, explícitamente resentida por la decisión de don José Celestino que había entregado a manos extrañas el acto testamentario, y sus propios compañeros de largos años.

Con la muerte de Mutis empezó a decaer la Expedición. Faltó dirección competente, faltó coordinación de labores. Y sobraron necias emulaciones y desconfianzas mutuas. Sin embargo, Rizo logró conservar por algún tiempo las riendas y pudo dar un informe bastante satisfactorio el 30 de julio de 1809: “desde la muerte del Director hasta ahora se han concluido 231 láminas en colores y en delineaciones negras que imitan el grabado, y se componen las láminas de cada planta de tres, una de colores y dos en negro”.

Los sucesos en Santa Fe del 20 de julio de 1810 y el ambiente revuelto de los meses siguientes impidieron la prosecución de las labores en la Casa de la Botánica. En 18 de diciembre de ese año Rizo envió un Memo-

⁷ No tuvo suerte Rizo con la planta que le dedicó Cavanilles y que tanto le satisfizo. La *Rizoa ovalifolia* de Cavanilles había sido antes conocida y descrita por Ruiz y Pavón con el nombre de *Gardoquia multiflora* (1798). Hoy se la conoce en la ciencia como *Satureia multiflora* (R. & P.) Briq.

⁸ Inst. Cult. Hispánica, Bogotá (fondo G. H. de A.).

rial a la Junta Suprema de Gobierno explicando lo que, a su juicio, debería hacerse con las colecciones, herbarios y láminas que continuaban bajo su vigilancia: guardarlos bien por la dificultad de los tiempos y suspender oficialmente labores. Veía la posibilidad —que fue más tarde realidad— de que esa obra hecha por americanos sobre la naturaleza de América le pudiera ser arrebatada a la Nueva Granada. Su alma de patriota le dictó estas palabras luminosas: a pesar de todo “esta obra no corresponde a otro suelo que al nuestro, lo mismo es hoy que mañana”.

Y llegó para él la separación final. Necesaria pero dolorosa. El ambiente le era definitivamente hostil. Pidió su separación de la Expedición a la Junta de Gobierno: “He continuado hasta ahora en este destino con gran repugnancia mía, porque yo no puedo mirar con indiferencia el desorden que ha recibido la Expedición desde la muerte de su Director hasta esta fecha... (Además) han tratado de apocar mis servicios los mismos empleados; pero yo tengo la satisfacción de que yo he sido para todos y nadie para mí”. Desilusionado se alejó de su hogar espiritual, que había esperado lo fuera hasta su muerte... Era el año de 1812 y él ya había cumplido los cincuenta de su edad.

Acerca de la actitud de Salvador Rizo en los comienzos de la Independencia nada sabemos. Por lo demás su puesto oficial en la Expedición lo sustraía a los acontecimientos políticos. Pero la situación había cambiado y ya ningún compromiso lo ligaba. Después de veintiséis años de trabajo sólo poseía una familia numerosa, su pobreza y su patria. Podía dedicarle a ella el resto de su vida.

Un suceso imprevisto decidió su porvenir. El Presidente del Estado de Cundinamarca don Antonio Nariño engañado por los émulos de Rizo ordenó que su casa fuera escalada y allanada, con el pretexto de buscar los manuscritos de Mutis que le achacaban haberse robado. Nada se encontró. Rizo desilusionado y convencido de que su presencia en la Capital perjudicaba a la tranquilidad de su familia decidió abandonarla. Marchó a las provincias del norte en busca de sosiego y con el ánimo de tomar parte activa en la defensa del nuevo orden.

En 1813 el Presidente y el Congreso de las Provincias Unidas reunieron tropas y recursos que pusieron a órdenes de Bolívar para la defensa de Venezuela. Salvador Rizo sentó plaza en el ejército libertador. Fue nombrado Proveedor General del Ejército, bajo la comandancia del entonces Capitán Joaquín Ricaurte. Combatió con valor en varias acciones. El desastre de La Puerta (junio de 1813) obligó la retirada del ejército patriota y paralizó temporalmente la guerra. Según Florentino Vezga fue comisionado Rizo para llevar un pliego dirigido al Congreso reunido en Tunja, solicitando auxilios para continuar la campaña. A esa ciudad llegó en septiembre de 1814. Durante el viaje reanimó el patriotismo de las poblaciones que encontraba y con elocuencia sencilla y convincente levantó la decaída moral de los pueblos.

Cumplida su comisión esperó en Tunja y en diciembre de 1814 entró a Bogotá acompañando a Bolívar. Venía a visitar a su familia y recobrar las fuerzas quebrantadas por la penosa campaña. Pero seguía acechándolo la adversidad. Intempestivamente se presentó el escribano de la ciudad para notificarle el pleito que habían urdido contra él, en su ausencia, los empleados de la Expedición referente a la testamentaría de Mutis y los haberes de la Casa de la Botánica. Rizo se opuso a comparecer en juicio civil, acogiendo a la excepción legal de ser Capitán activo de la Unión Granadina y no tener permiso para ello ya que sólo gozaba de una corta licencia temporal. Accedió, con el fin de evitar nuevas molestias y poder regresar a Venezuela, a dar una simple declaración jurada sobre varios puntos de la testamentaría.

Pero no dormían sus enemigos. Días después recibió la orden de permanecer en Santa Fe. Reclamó contra una providencia que frustraba su comisión militar y la respuesta fue una orden de captura y su reclusión en un cuartel con centinela de vista y privado de toda comunicación. Lo habían acusado de robo de manuscritos y de dinero de propiedad particular de Mutis. No pudo salir más de Santa Fe y ahí lo atraparon los esbirros de Morillo.

Cuando meses más tarde llegó el Brigadier don José Ramón Leiva le escribió Rizo una larga carta en la que narraba los hechos sucedidos desde el fallecimiento de Mutis. Le recordaba que el mismo Leiva había recibido las llaves de la Expedición tres horas después de fallecido el Director cuando aún todo estaba en su puesto. Suplicaba al Brigadier mirara por su honor de patriota, lo protegiera contra sus injustos enemigos y le permitiera regresar a los campos de batalla para morir por la patria. “Han aguardado —escribía— a que medien seis años de tiempo para desacreditar el honor de un patriota que no desiste en la defensa de América prefiriendo ésta a su propia vida. Ya no hago caso de veintiséis años de servicios ni de la renta que gozaba... ¿Por qué me persiguen?”.

Lo que siguió fue corto. Como muchos otros patriotas, confiando en el indulto de Latorre, permaneció en la ciudad. La llegada de Pablo Morillo fue fatal. Rizo fue apresado en la noche del 22 de mayo de 1816 mientras dormía tranquilamente en su casa. Le dieron por cárcel el Colegio del Rosario lo mismo que a Caldas. En cinco meses de prisión no tuvo siquiera el consuelo de saber que sus antiguos compañeros de la Expedición deponían su malquerencia y acompañaban su sacrificio con la simpatía que él tanto anhelaba. La víspera de su muerte, el 11 de octubre de 1816 rindió esta conmovedora Declaración:

“Que no tiene caudal alguno porque aunque se le ha tenido en el concepto de hombre de caudal no lo ha sido: qe. su mujer lo ha mantenido de su trabajo, qe. en poder de ellas está un estante pa. papeles, unas mesas las que ella dixere, lo mismo que unos quadros qe. el uno de ellos vale cien pesos: qe. en su poder no tiene más que real y medio o dos rs. y unas evillitas de plata qe. en dinero y demás que se le pregunta nada tiene. Que esta es la verdad y firma con el Ofi. de la Guardia por ante mí. En este estado añadió qe. quanto ha adquirido con sus trabajos y destinos lo ha invertido en mantener a su madre y una hermana. Que a nadie debe a excepción de su esposa por la razón expuesta.

José Braulio Molinos — Salvador Rizo — Félix José Lotero.

Certifico: qe. en este estado me entregó Salvor. Rizo las evillas de qe. se hace mérito en su declaración, suspicándome las diese a un su hijo en el caso de qe. como esperaba lo tuviese así a bien el competente tribunal: las quales exhibió en esta dilig. al Secreto. de la Rl. Junta de Secuestros para la resolución conveniente. — Latorre.

El 12 de octubre en vista del corto monto de las evillitas se resolvió cumplir con la voluntad de Rizo”⁹.

Salvador Rizo fue fusilado el 12 de octubre de 1816 en la plazuela de San Francisco. Su cadáver está enterrado en la contigua iglesia de la Veracruz. Nunca ha sido identificado.

Es innecesario adjetivar el parte del fusilamiento que dio el general Pablo Morillo. En su “Relación de los principales cabezas de la rebelión de este Nuevo Reino de Granada, que después de formados sus procesos y vistos detenidamente en el Consejo de Guerra permanente, han sufrido por sus delitos la pena capital en la forma que se expresa” se puede leer (segunda Relación)¹⁰:

“En 12 de octubre:

SALVADOR RIZO: Fue proveedor del Ejército rebelde de Ricaurte; vino á esta Capital con Bolívar sirviendo de Capitán, y se distinguió en ella por sus maldades y perversa opinión, persiguiendo a todos los del partido del Rey. Se batió varias veces contra las tropas de S. M.

(al margen) Fue pasado por las armas por la espalda y confiscados sus bienes”.

Los bienes de Rizo fueron confiscados. Su valor apenas llegaba a 929 pesos, incluídas las pocas joyas de su mujer que “fueron avaluadas por el maestro oribe y platero Luis Zapata”. Y como si todo fuera poco al año siguiente, 1817, la “justicia” de Morillo caía aún sobre la esposa de Rizo, Josefa Robledo y sobre su suegra Juana Ignacia Robledo, anciana de 83 años, a quienes se siguió un proceso por “infidencia” y se las redujo a prisión. Por fortuna sus reclamaciones lograron una pronta libertad.

Creo que no se conservan retratos de Rizo. Los suple bastante bien la corta descripción que de él hizo Florentino Vezga: “era alto, sanguíneo, de color moreno, cabello negro y encrespado, ojos pequeños, negros y muy vivos”.

Al pasar por la plazuela de San Francisco en Bogotá he leído muchas veces en los muros de la iglesia de la Veracruz la lápida de mármol que conserva los nombres de los Próceres que allí dieron su sangre por la patria naciente. Casi todos apellidos ilustres. Entre ellos Salvador Rizo, hijo del pueblo humilde, artesano en la antigua y noble significación de la palabra, nombre desconocido para la gran mayoría de las gentes que por curiosidad se detienen.

Para quienes conocemos la obra de la Expedición Botánica y estamos convencidos de que ella ha sido la mejor realización cultural de nuestra patria, SALVADOR RIZO BLANCO es una de las más altas cifras humanas de la historia de Colombia, no sólo por ser Mártir de la Independencia sino también porque, como justicieramente escribió Gabriel Giraldo Jaramillo, “ese milagro artístico que constituye la Flora de Bogotá se debe en gran parte a su buen gusto, al entusiasmo con que emprendió su obra y a las fecundas enseñanzas que de él recibieron los pintores de la Expedición”.

⁹ Inst. Cult. Hispánica, Bogotá (fondo G. H. de A.).

¹⁰ Según la transcripción de J. D. Monsalve en su obra *Antonio de Villavicencio*.

ELOY VALENZUELA

LUIS MARTINEZ DELGADO

Presidente de la Academia de la Historia.

En la parroquia de la tranquila y bella población de Girón se halla, en el libro respectivo, la siguiente partida:

“En la ciudad de San Juan de Girón el 6 de agosto de 1765, yo el Dr. Don José Velásquez y Subillaga, Cura Teniente, bauticé solemnemente, puse óleo y crisma a un niño que tuvo por nombre Juan Eloy, de edad de un mes, hijo legítimo de Dn. Pablo Valenzuela y Doña Nicolasa Mantilla; fueron padrinos Dn. Carlos Mantilla y Doña Francisca Javiera Calderón, de que doy fe. Don José Velásquez y Subillaga”. Juan Eloy había nacido el 25 de julio del año citado.

Ascendiente de Juan Eloy fue don Joseph de Valenzuela y Morales, español nacido en Andalucía que en el año de 1706 vino al Nuevo Reino de Granada. Don Pablo Antonio Valenzuela y su esposa doña Nicolasa Mantilla eran personas de categoría y debieron ufanarse de la constancia escrita en la misma partida de defunción de don Pablo Antonio, que dice que éste “Jamás fue demandado. Jamás se le murmuró de mujeres y nunca altercó con la propia. En su familia se ignoran los juramentos, maldiciones y abcenidades; siempre se observan las fiestas y ayunos de la iglesia, y la supo adoctrinar con mansedumbre y paciencia”.

Esta constancia demuestra el ambiente en que nació y pasó su niñez y adolescencia Eloy Valenzuela. Quien conozca Girón con sus calles y su pequeño puente, su plaza y su iglesia y haya oído el tañido de sus campanas que llega al valle y parece viajar con las aguas del río que movió la codicia de los buscadores de oro, podrá imaginar cómo transcurrieron los primeros años de quien ocuparía lugar destacado en los trabajos de la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada. Rigidez en la formación del carácter, tiempo holgado para el estudio y largas horas perdidas por el sol tropical que hace germinar las plantaciones del famoso tabaco de Girón.

Una circunstancia imprevista interrumpió la monotonía de la vida hogareña. Don Manuel Mutis y Bosio, hermano del sabio gaditano, contrajo matrimonio en Bucaramanga con doña Ignacia Consuegra, y la familia Valenzuela concurrió a la boda. Juan Eloy contaba pocos años, trece o catorce, pero tenía sin duda criterio formado y su espíritu estaba confuso, inquieto, tratando de hallar orientación en la vida.

Visitaba entonces don José Celestino Mutis, en atento estudio, las minas de oro de Baja y Vetas, en Santander, y esta circunstancia le permitió asistir al matrimonio de su hermano Manuel y conocer a Juan Eloy, descubriendo en él, anota el historiador Mario Acevedo Díaz, “desde el primer momento una inteligencia capaz de llegar a brillar en el panorama intelectual de la Nueva Granada; pocos días después se encaminaba a la doctoral Santafe en compañía de quien desde entonces y para el resto de su vida habría de ser su maestro y paradigma: José Celestino Mutis”.

En Santafe sigue Valenzuela sus estudios en el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, con consagración y provecho hasta conseguir por oposición las cátedras de matemáticas, filosofía e historia natural. Posiblemente la influencia de Mutis, sin descartar su vocación religiosa que tenía por base no solo la predilección divina sino el convencimiento adquirido en el estudio, lo decidió a seguir la carrera eclesiástica. Fue secretario del Señor Caballero y Góngora y sin descuidar los deberes de su cargo tomó a pechos la práctica severa y ordenada de los preceptos evangélicos en su carácter de ministro de Dios.

En el valeroso informe acusatorio de Antonio de Villavicencio, fechado en Cartagena de Indias el 24 de mayo de 1810, dice el Comisionado Regio al recomendar las más prestantes figuras del Nuevo Reino que merecían ocupar puestos en el gobierno:

“Entre los eclesiásticos debo recomendar desde luego a V. E. el mérito sobresaliente de tres: el primero es don Eloy Valenzuela, cura de Bucaramanga, en el gobierno de Pamplona, verdadero Pastor de su rebaño, que con esta enseñanza, celo y caridad pródiga, ha hecho felices a sus ovejas instruyéndolas en las artes y principalmente en el trabajo de los campos. Los créditos de su literatura no están ceñidos a las ciencias eclesiásticas; posee y cultiva las naturales y es el primer discípulo del sabio Mutis en la Botánica. Tiene también muchos conocimientos económicos, y tanto por la reunión de éstos cuanto por las virtudes que ejerce, mereció que los Cabildos de Mariquita y el de Antioquia lo propusieran por Diputado del Reino, y éste último lo ha pedido por su primer Obispo, así en sus instrucciones dirigidas al Diputado del Reino, Mariscal de Campo don Antonio de Narváez y la Torre, como en representaciones directas a S. M. hace muchos años que debía haber obtenido la mitra que merece”. Los otros eclesiásticos recomendados por Villavicencio fueron don Marcelino Pérez de Arroyo, Canónigo Dignidad de la Catedral de Popayán, y el benemérito cura de Mompós, don Benito Rebollo.

Dice Acevedo Díaz que Valenzuela “por cuarenta y ocho años, casi medio siglo, de 1786 hasta su muerte en 1834, con solo una interrupción de tres años en los tiempos de la Patria Boba, estuvo consagrado al ejercicio de su misión en el curato de Bucaramanga”.

Su misión sacerdotal no le impidió continuar consagrado al estudio de las matemáticas y de las ciencias naturales. Sacaba tiempo para cultivar un pequeño jardín botánico y para adoctrinar a las gentes. Escribió, además, libros de carácter científico, desgraciadamente perdidos y mantuvo interesante correspondencia y amistad con personalidades de la época, inclusive con el Libertador quien lo llamaba “el buen cura de Bucaramanga”.

De la amistad de Bolívar con el padre Valenzuela sabemos que cuando el primero llegó a Bucaramanga, en 1828, se alojó en la casa del segundo. Cuando el Libertador cambió de residencia no dejó de frecuentar la casa de Valenzuela, como lo anota en su discutido “Diario” Peru de La Croix.

Parece ser evidente que fue Bolívar quien cambió las ideas realistas del padre Valenzuela. Según crónicas escritas y repetidas, el padre Valenzuela militaba entre los partidarios de la causa de España en la época de la Convención de Ocaña. Admirador luego de Bolívar y de la independencia escribió el “Almanaque del Libertador Simón Bolívar”, desgraciadamente perdido, que improbó el héroe mortificando con ello al ilustrado y buen sacerdote. La obra “Plana estadística del curato de Bucaramanga”, con datos estadísticos y demográficos importantes, corrió la misma suerte. Perdido el trabajo no es posible emitir juicio acerca de él, pero es de presumirse su valor intrínseco por poderosas y fundadas razones.

Sin lugar a ninguna duda la obra fundamental en el campo de la ciencia de Eloy Valenzuela está en su colaboración en los trabajos de la nunca bien ponderada Expedición Botánica que tuvo influencia decisiva en el movimiento de emancipación de España porque formó los varones ilustres que la hicieron posible.

Fue Caballero y Góngora el organizador de la Expedición siguiendo instrucciones de la Corte. Se dio cuenta el Arzobispo-Virrey de la importancia de impulsar el estudio de las ciencias físicas y naturales y de que España acometiera el noble empeño no dejando el campo libre a “extranjeros que viniesen a señalar los tesoros de la naturaleza que no conocemos”.

“Para el empleo de Director elegí —dice el Arzobispo— al presbítero don José Celestino Mutis, sujeto que había recorrido por más de veinte años gran parte del Reino, recogiendo las producciones de la naturaleza y conocido por su correspondencia literaria con los sabios de Europa; y conociendo yo que importaba aprovechar los instantes, le mandé desde luego emprender sus excursiones y trabajo, dando de todo cuenta al Rey, que se dignó aprobar esta providencia, honrando a Mutis con los títulos de Botánico y Astrónomo de Su Majestad”.

Eloy Valenzuela ocupó el segundo puesto en la Expedición. Valenzuela, dicen Henao y Arrubla, dotado de sólidos conocimientos en la ciencia, rígido en el cumplimiento del deber y de vigorosa constitución física para soportar las fatigas que imponía la recolección de las plantas, era el llamado a acompañar al sabio sacerdote español en la magna labor que le encomendó la Corona.

Entre el maestro y el discípulo existieron los más cordiales vínculos creados y sostenidos por la comunidad de sentimientos y aspiraciones; y así Mutis decía con razón en una de sus cartas dirigidas a Valenzuela: “Descansa mi corazón cuando hablo con usted, y quisiera no soltar la pluma de la mano cuando le escribo”. Y prueba elocuente de la alta competencia del presbítero, hijo de Girón, se encuentra en estos conceptos de la correspondencia epistolar del maestro: “Cada carta de usted es para mí tan apreciable como lo eran las mías para el gran Linneo, quien, si hoy viviera, celebraría no menos la sabia correspondencia de usted”.

No hemos de ocuparnos en hacer comentarios que nos parecen innecesarios sobre los trabajos de la Expedición y sobre la colaboración científica del Padre Valenzuela en los árduos trabajos de la misma durante varios años. Plumas doctas en la materia han escrito lo necesario sobre el particular.

Retirado Valenzuela de la Expedición y reemplazado por Francisco Antonio Zea, volvió a su curato de Bucaramanga. Los años habían pasado y los trabajos físicos y el estudio constante habían minado la fuerte contextura del hombre de ciencia.

Y llegó la trágica noche del 31 de octubre de 1834. El padre Valenzuela había llegado a los 78 años de vida fructífera e intensa. Recogido en su casa, en Bucaramanga, que por fortuna se conserva, a eso de la media noche, relata Acevedo Díaz, “dos sombras embozadas que han salido de una casa situada en la acera oriental de la plaza, cruzan el marco de ésta, llegan hasta el solar de la casa cural (el amoroso jardín botánico del padre), saltan sobre los bajos tapias y penetran al interior de las habitaciones en busca del tesoro que, según malos decires, ocultaba allí el sacerdote. Se dan a la tarea de rebuscar afanosamente por todos los escaparates y rincones, mas de pronto descubren que el anciano los vigila desde la hamaca donde dormía. Sorprendidos *in fraganti* se van hacia él arma blanca en mano a indagarle si los ha conocido. No había de conocerlos si eran

Higinio y José Ignacio Bretón, jóvenes de buena familia, sus feligreses y vecinos, a quienes él había aplicado las aguas bautismales y uno de los cuales era su ahijado? El buen sacerdote podía negar que los conocía para salvar su vida, pero él nunca supo mentir. "Sí los conozco, pero los perdono". Las últimas palabras se ahogaron en su garganta cuando, la hoja del puñal homicida ya había abierto amplia brecha en su costado. Los asesinos huyen espantados de su propia obra criminal, llevando consigo el escaso botín que habían logrado. Un niño que acompañaba al anciano da la voz de alarma que corre por las calles del poblado, despertando sobresaltadas a las gentes. El vecindario se agolpa alrededor del lecho, mezcla de indignación y de terror. Todos solicitan al anciano que diga quiénes lo hirieron, pero él se niega rotundamente a dar sus nombres. Hasta uno de los asesinos con sin par cinismo (el clásico retorno del criminal al lugar del crimen) se aproxima al lecho del moribundo a pedirle el nombre del heridor. El santo varón responde inmutable: "No me perturben. Yo los perdono". Y así, mientras en la iglesia contigua al lecho de muerte su hermano, sacerdote también, oficiaba éste la misa de difuntos, Eloy Valenzuela, sereno y noble como vivió su vida, entregó su alma a Dios aquella lúgubre madrugada.

"Días más tarde, luego de una pesquisa sin descanso en que intervino todo el vecindario, caían los criminales en manos de la justicia humana. Uno de los asesinos echó sobre sí toda la culpa del crimen, que fue expiado con todo el rigor de la vieja ley. Por un año se mantuvo pendiente en una picota colocada frente a la casa del delito, la carroña de una cabeza humana testificando a los transeúntes que se había cumplido la justicia de los hombres".

En lápida de mármol se grabó este epitafio en texto latino:

"Juan Eloy Valenzuela, incansable soldado de Cristo, consumido en caridad ardiente a los pobres, preclaro en toda clase de ciencias divinas y humanas".

Distinguida fue también la actuación de Valenzuela en acontecimientos importantes de la historia nacional. Figuró en el movimiento de los Comuneros en 1781 cuando éstos llegaron a Girón. El 30 de julio de 1810 fue llamado al Socorro para que asumiera la personería del movimiento revolucionario y poco después las circunstancias lo llevaron a enfrentarse con las armas a los hijos de Piedecuesta que habían proclamado también, al igual que el Socorro y Pamplona, la independencia absoluta de España y que desconfiaban de la sinceridad de Girón. Vencido Valenzuela en Mensulí, consideróse sin autoridad y volvió a su curato de Bucaramanga.

Qué interesante y atrayente es la vida de Eloy Valenzuela! Es digna de un estudio detenido que analice al hombre, al ministro de Dios, al hombre de ciencia, sus virtudes y su carácter! Estas líneas no aportan nada nuevo a este trabajo. Quizás contribuyan a despertar el interés de científicos e historiadores para acometer la ponderosa tarea.

FRANCISCO JOSE DE CALDAS, PERIODISTA

LUIS MARTINEZ DELGADO
y SERGIO ELIAS ORTIZ

Académicos de la Historia.

NECESIDAD DE ORGANOS DE PROPAGANDA REVOLUCIONARIA

En la tarde y la noche del 20 de julio de 1810, se realizó por los intelectuales criollos y el pueblo de Santafé de Bogotá uno de los movimientos más trascendentales en los dominios españoles de América. Revolucionario por esencia, ese movimiento trajo como consecuencias inmediatas: 1º, el derrocamiento del antiguo régimen político-administrativo representado en el momento por el Virrey don Antonio Amar y Borbón, que de su alto cargo de origen monárquico pasó a la categoría de vocal-presidente de una Junta revolucionaria de origen netamente popular, con mayoría, casi absoluta, de elementos americanos; 2º, el reconocimiento de la soberanía popular, con el derecho de elegir a sus gobernantes inmediatos, o sea a ejercer la función democrática de disponer de sus propios destinos y encomendarlos a los más aptos, con desconocimiento real del derecho absoluto de nombrar sus agentes en las Indias que había tenido hasta allí el soberano español; 3º, el cambio radical en la administración pública. El nuevo gobierno, nacido del querer del pueblo, trajo la innovación de compartir la responsabilidad del manejo de la cosa pública, mediante la formación de ministerios para los negocios del estado, confiados a las personas más competentes en cada ramo, en su mayoría hijos del propio suelo; 4º, la supresión de la Audiencia Pretorial, también de origen monárquico, para ser sustituida por un Tribunal de Justicia, perfectamente independiente del órgano ejecutivo, con lo que se creaba, dentro del nuevo orden, un nuevo poder de esencia republicana; 5º, el desconocimiento tácito de toda la legislación española antigua y su secuela de reales cédulas, reales órdenes, reales decretos, etc., que la adicionaban a cada momento, para darse una estructura legal propia, mediante la formación de un tercer poder, el legislativo, que se previó desde el Acta de la revolución de independencia y que debía formarse mediante la convocatoria del primer congreso nacional, con la concurrencia de diputados de todas las provincias "ligadas... por un sistema federativo", según allí se dijo; 6º, el rompimiento de la norma tradicional de que sólo la metrópoli, como estado soberano, tenía derecho a tratar y entenderse con las demás naciones de su clase, mediante relaciones internacionales, con la aceptación y envío de comunicaciones y de las primeras misiones de acercamiento diplomático con Quito y Caracas que estaban en igual pie revolucionario y trataban al propio tiempo de constituirse en estados soberanos; 7º, además de las innovaciones de orden político, en contraposición al estado anterior de cosas, se había operado una transformación evidente en lo social y en lo económico: las clases en que estaba dividida la sociedad criolla fraternizaban en los mismos anhelos de renovación y todos se sentían como ciudadanos, y no súbditos de la nueva patria; los impuestos para sostenimiento del país, ya no serían agobiadores y cobrados con exasperación como antaño, sino calculados de acuerdo con la economía nacional, ni los dineros del pueblo irían a parar a las cajas reales, sino al erario público para servicio de las necesidades del nuevo estado; y, 8º, el desconocimiento razonado y definitivo de dependencia del Supremo Consejo de Regencia de España, como autoridad legítima en ausencia del Rey, que se había reconocido en el Acta del 20 de julio por consideraciones de táctica política, con lo cual se desligaba totalmente el ex-Virreinato de la Nueva Granada de toda autoridad actual que gobernara la Península.

Se había cumplido, pues, en el espacio de pocos días un programa de tan grandes proyecciones, que en nada se parecía esto a lo anterior, a tal extremo que bien pudo decir el notable tribuno que encauzó el levantamiento, don José Acevedo Gómez, que allí empezaba "la segunda época de América". Cuando menos, para esta porción neogranadina principiaba el 20 de julio de 1810 un nuevo período histórico, perfectamente delimitado, por la más honda de las transformaciones de la época colonial.

De la antigua dependencia de la metrópoli apenas quedaba un vínculo sentimental, más como concepto de tradición inveterada, sujeto a una condición de difícil, si no imposible cumplimiento, que como hecho concreto, ya que en el Acta de ese día glorioso entre todos los días de la Patria se hizo constar expresamente: "*no abdicar los derechos imprescindibles de la soberanía del Pueblo a otra persona que la de su augusto y desgraciado monarca D. Fernando VII, siempre que venga a reinar entre nosotros*". Aparte de esta protesta, obligada por las circunstancias, que fue más o menos la misma que se hizo constar en documentos de igual clase en Quito, en Caracas y en Buenos Aires y que fue históricamente el punto débil que desvirtuó el alcance de la revolución de independencia, todo se transformó en sus fundamentos constitucionales, en los métodos de gobierno, en las relaciones sociales, en las bases de la economía.

Se hacía necesario, empero, en tan solemne coyuntura, gritar a la faz del mundo entero la noticia del hecho feliz que se había cumplido; comunicar en letras de molde, tanto tiempo sustraídas a la libertad de imprenta, los pasos que iba dando el nuevo gobierno que, con el título de Junta Suprema, había asu-

mido el poder, en toda su plenitud, el 20 de julio; instruir, no solamente a los buenos santafereños que con su presencia y decidida actitud habían hecho posible el golpe, sino a todos los granadinos de las provincias, cuál había sido el proceso de transformación de sistemas, los pasos que se adelantaban para dar consistencia a la revolución y lo que se esperaba de todos en la tarea de hacer patria unificada, libre de coyundas, dueña de sus propios destinos. Y ningún vehículo mejor para ello que el del periódico, como despertador de conciencias, como informador y como guía. Y esto también lo tuvieron muy en cuenta los hombres que habían asumido la responsabilidad del gobierno, porque esos hombres, a pesar de que se los ha presentado en la historia como novatos en achaques de dirección del estado, eran verdaderos estadistas, que todo lo preveían, todo lo conformaban a la salud de la patria, con desinterés ejemplar, y que si cometieron errores, muy disculpables en días en que había que crearlo todo y luchar contra prejuicios inveterados en las mentes coloniales, consecuencia natural fue el ambiente en que les tocó actuar, ni merece su gestión de seis años, hasta la reconquista de Morillo, la denominación, desprovista de sentido crítico que se le ha dado de "Patria Boba", cuando debía llamársela simplemente Primera República.

Pues bien: cuando los afanes de los primeros momentos le dieron tiempo a esos ilustres próceres a considerar el asunto, dispusieron la creación del primer órgano oficial de publicidad. Para ello, se eligió por lo pronto, como director, al veterano periodista, don Manuel del Socorro Rodríguez, al parecer el mejor indicado para el negocio, como que tenía fama en los círculos literarios de saber del oficio y ser el más sólido animador de la cultura.

EXPERIENCIAS PERIODISTICAS COLONIALES

Y aquí una digresión: como experiencia periodística, hasta el 20 de julio de 1810, no era gran cosa lo que existía en la tradición intelectual santafereña, y mucho menos, casi nada, en lo que pudiera llamarse periodismo político. Las autoridades coloniales tenían el encargo de vigilar estrictamente todo lo que se publicara en los dominios de América. Para lanzar un periodiquillo al público había necesidad de llenar muchos requisitos a fin de obtener la anhelada "licencia del Superior Gobierno"; los artículos, así fuesen las noticias más trasnochadas e inocuas, debían salir con el visto bueno de palacio, mayormente cuando se produjo la revolución francesa, en que se dispuso que toda publicación se enviase para la revisión a España, so pretexto de destinarla "a la Biblioteca de la cátedra de medicina práctica!".

En las anteriores condiciones habían visto la luz hojas noticiosas, de ocasión y existencia efímera, como EL AVISO DEL TERREMOTO, en 1785 y la GACETA DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ, en el mismo año, de los cuales aparecieron apenas tres números de cada uno. En seguida, don Manuel del Socorro Rodríguez, que había venido de Cuba, su patria de origen a avecindarse en Santafé, traído por el Virrey don José de Ezpeleta, que lo estimaba mucho por su buen espíritu y sus magníficas condiciones de autodidacta y luego le confió el cargo de director de la Biblioteca pública, dio mayor amplitud y consistencia a esas primeras muestras de la prensa periódica con la fundación del PAPEL PERIÓDICO DE LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ, aparecido el 9 de febrero de 1791, como una especie de primer intento de extensión cultural, de donde con suficiente razón se hace datar la iniciación del periodismo en Colombia y se tiene con justicia a Rodríguez como el decano del oficio. Fue este periódico el de más larga vida entre todos los que se publicaron dentro del régimen colonial, pues alcanzó a doscientas sesenta y cinco ediciones, hasta el año de 1797. Al principiar el siglo XIX (1801) apareció otro órgano de intención comercial, bajo la dirección de dos santafereños de la alta clase, don José Luis de Azuola, presbítero y don Jorge Tadeo Lozano, con el título de CORREO CURIOSO, Erudito, Económico y Mercantil de Santafé de Bogotá. Tuvo este periódico de todo, inclusive las primeras muestras de avisos comerciales, del tenor siguiente: "*Quien quiera comprar una herramienta completa de carpintería, ocurra a la Botica de San Juan de Dios, donde se manifestará y dará razón de su precio*". "*Quien quiera comprar un mulato de edad de veinte años, que sabe cocinar regularmente, ocurra a verlo y tratar de ajuste a casa de don Ignacio Alvarez, que vive frente a la iglesia de la Concepción*". Este periódico llegó hasta el número cuarenta y seis y murió dentro del mismo año de su fundación. Se necesitaban para sostenerlo, según sus editores, doscientos cincuenta suscriptores, a razón de diez reales por los veinte números y no se obtuvo sino cuarenta lectores dispuestos a pagar y por otra parte se vendían pocos ejemplares, los anunciadores escaseaban y la "negra envidia" perseguía a la empresa. Por ello se resolvió suspenderlo. Tras un silencio de cinco años, volvió a la carga don Manuel del Socorro Rodríguez con otro intento de mantener viva la llama de la prensa y para ello fundó en 1806, EL REDACTOR AMERICANO, periódico del Nuevo Reino de Granada, con anuencia del Superior Gobierno, "interesado, dice el editorial del número 1º, en promover cuantos ramos sean conducentes a la utilidad pública", aunque en el fondo no obedecía la nueva empresa sino al deseo permanente de difusión de las letras del infatigable director, que no se contentó con esta publicación quincenal, sino que al lado le puso una especie de suplemento mensual: EL ALTERNATIVO DEL REDACTOR AMERICANO, ambos noticiosos, de intereses generales y literarios. Tremenda tarea para esos tiempos se impuso Rodríguez con el sostenimiento de estas dos publicaciones y su esfuerzo no había de llegar sino al año de 1808, con 71 números del periódico principal y 27 del suplemento. Y aquí se cerró el ciclo colonial de la prensa amordazada, sin haber dejado tras de sí sino ensayos de aclimatación del periodismo, un ejemplo de progreso y una buena semilla para el porvenir. En esos tanteos

malogrados se había hecho alguna obra, que hoy es objeto de admiración y curiosidad; se había llevado alguna inquietud a la pacata sociedad de entonces y se habían dado a luz algunos trabajos de consideración de don José Celestino Mutis, de Caldas y de Pedro Fermín de Vargas cuyo "*Discurso sobre la navegación del río Magdalena*", firmado con la sigla P.D.U.Y.P. (Pedro de Urquinaona y Pardo), cupo el honor de ser reproducido en España, en una gaceta de Cádiz, como estudio de mucha importancia.

Pero si se apagaba la prensa noticiosa, retórica y anodina, surgía en cambio la revista científica, pricipia de la investigación de la realidad neogranadina y fruto sazonado de las enseñanzas de la Expedición Botánica, informada en el espíritu sapiente del insigne José Celestino Mutis. Se llamó esa alta tribuna del pensamiento criollo, con nombre modesto, EL SEMANARIO DEL NUEVO REINO DE GRANADA, y apareció el 3 de enero de 1808, en volumen de ocho páginas y alguna vez una hoja más, bajo la insuperable dirección del sabio Francisco José de Caldas, discípulo predilecto de Mutis y el hombre mejor dotado de su tiempo para las ciencias matemáticas y naturales. Esa magnífica revista científica, nacida dentro del período colonial, había de prolongar su existencia hasta 1811, ya en plena revolución, cuando los colaboradores, por exigencias de la salud de la patria, tuvieron que colgar la péñola para ocuparse en la defensa de las nuevas instituciones. Esa obra admirable, de prematura madurez científica, abarcó puede decirse todas las disciplinas del espíritu aplicadas a la observación de la naturaleza, tal como se practicaba en la Europa sabia de la época: geografía (con los primeros atisbos de antropogeografía), educación, meteorología, bellas artes, astronomía, aclimatación de plantas y animales, botánica, zoología, estadística, agricultura, aprovechamiento de los recursos naturales, comercio, industrias, higiene, medicina, etc. De las memorias, ensayos, comunicaciones y artículos breves, publicados en esa revista, quedaron tres volúmenes como herencia científica de los hombres que crearon la nueva patria, tesoro permanente del haber cultural de Colombia.

EL DIARIO POLITICO DE SANTAFE DE BOGOTA

No debió quedar muy satisfecha la Junta Suprema de Gobierno con el tono de LA CONSTITUCIÓN FELIZ porque no volvió a aparecer ésta y de allí a diez días, el 27 de agosto de 1810, un nuevo órgano de publicidad, con el sugestivo nombre de DIARIO POLÍTICO DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ, saltó a la palestra, armado de las mejores armas y con propósitos de cumplir una misión de largo alcance, como en efecto la cumplió en sus cuarenta y seis ediciones. Se trataba como en el caso de LA CONSTITUCIÓN FELIZ de un periódico semi-oficial, de iniciativa privada pero financiado por el gobierno, como se expresó en la licencia de publicación concedida a los editores: "La junta suprema gubernativa de esta capital accediendo a la representación instituída por los doctores don José Joaquín Camacho y don Francisco José de Caldas, sobre que se les permita la impresión de un papel público titulado *Diario político de Santafé de Bogotá*, que tenga en objeto de presentar al reino los derechos de sus pueblos conciliándolos con el decoro de la soberanía que los representa, ha accedido a esta pretensión, mandando que se les contribuya con la cantidad de dos mil pesos, que se hace necesaria para la publicación de este papel, la cual reintegrarán de los productos de su impresión, dentro del preciso término de seis meses que proponen los redactores, a la real hacienda, de cuyos fondos se ha de verificar el suplemento".

Los directores del nuevo periódico, doctores Camacho y Caldas, eran hombres avezados a las tareas de la pluma y pertenecían al pequeño grupo de los intelectuales de la revolución; habían participado en las juntas secretas del Observatorio Astronómico y en las reuniones clandestinas de las casas de los principales conspiradores y por lo mismo estaban seguros de que se operaba un cambio sustancial en la estructura del país y había que encaminar la opinión pública dentro de perspectivas muy distintas de todo lo pasado en vista de los nuevos hechos. Camacho era un eminente abogado que compartía con el doctor Camilo Torres la supremacía en el gremio de jurisperitos del Virreinato de Nueva Granada y junto con ella el favor popular, pues los dos fueron los más favorecidos en 1809, con los votos de los Cabildos de las Provincias en la elección del diputado a Cortes, aunque quedaron excluidos en la última eliminatoria practicada por el Virrey y los Oidores, que los conocían como agitadores peligrosos. Sin esta circunstancia, uno de los dos, Torres o Camacho, debió ser el elegido para el único renglón de representación que se concedía al Virreinato. Camacho había nacido en Tunja en 1766, en hogar de gentes de pro que le procuraron la mejor educación de la época en el Colegio del Rosario de Santafé, donde obtuvo una beca y más tarde el grado de doctor en derecho, con el honor de ser recibido como abogado de la Real Audiencia. Sus relevantes cualidades de hombre público, le merecieron luego dos cargos de responsabilidad, que dentro del régimen español imperante no se confiaban a los criollos, sino con rara excepción: Teniente de Gobernador de Tocaima y Corregidor del Socorro y Pamplona, del que fue destituido por tachárselo de desafecto al gobierno. En Santafé se agregó a la Expedición Botánica y fue Profesor de Filosofía y Derecho Público en el Colegio del Rosario.

La revolución, de que fue uno de los principales cabecillas, lo encontró como Asesor del Cabildo, de donde pasó, por efectos de la transformación, a vocal de la Junta Suprema por aclamación popular, y a compartir en la misma, la Secretaría o ministerio de Gracia, Justicia y Gobierno. En esta posición, fue él, seguramente, quien en compañía de Caldas, sin dejar su alto cargo oficial, ofreció ponerse al frente de

un periódico de mayor intención política para reemplazar a LA CONSTITUCIÓN FELIZ que por la primera muestra no llenaba las aspiraciones revolucionarias en que estaba comprometido el nuevo gobierno.

Cuanto a Caldas, la trayectoria de su vida purísima, consagrada por entero a la investigación científica, es más que conocida en la historia de la cultura americana. Natural de Popayán, cuna de sus mayores, su familia quiso dedicarlo al foro, como la carrera civil más en boga en su tiempo, pero él, sin desobedecer el anhelo paterno, no solamente se graduó en leyes en el Colegio del Rosario, sino que por propia cuenta al principio, y luego bajo la paternal enseñanza de Mutis, se dedicó al estudio de las matemáticas y de las ciencias físicas y naturales, con tal empeño y capacidad que llegó a dominar como propios varios campos de esas disciplinas y a hacer descubrimientos de importancia en física y grandes avances en antropogeografía y botánica, que llamaron la atención de Humboldt y Bonpland, que lo conocieron y trataron en su viaje a las regiones equinocciales. Fue publicista incansable y a él se debe la iniciativa y realización de la primera revista verdaderamente científica de este continente, el *Semanario del Nuevo Reino de Granada*. La revolución lo encontró como director del Observatorio Astronómico y participó en ella con decisión y afecto.

Tanto Camacho como Caldas prestaron eminentes servicios a la primera república, el primero como diputado al Congreso y encargado del poder ejecutivo y el segundo como Coronel de Ingenieros, fundador de la Academia Militar de Antioquia para preparar a los defensores de la patria. Ambos pagaron con su sangre generosa su adhesión y servicios a las instituciones republicanas, pasados por las armas, por la espalda y con pérdida de sus bienes. En la *“Relación de los principales cabezas de la rebelión de este Nuevo Reino de Granada que después de formados sus procesos, vistos detenidamente en el Consejo de Guerra permanente han sufrido la pena capital”*, los “pacificadores” de 1816 redactaron en los siguientes términos las fichas de inmortalidad de esos dos próceres periodistas: “JOAQUÍN CAMACHO. — Fue diputado del Congreso rebelde, acérrimo en seguir la independencia y hombre perverso. Escribió varios papeles y periódicos con máximas contrarias a la causa del Rey nuestro Señor, y a la dignidad de la Nación Española”. “FRANCISCO JOSEFF DE CALDAS. — Ingeniero General del Ejército rebelde y General de Brigada”. Pudieron agregar que Caldas facilitó la torre del Observatorio para conspirar y que como periodista predicó la revolución y dijo toda la verdad contra la satrapía del antiguo régimen. Tales fueron, a grandes rasgos, las vidas de esos dos preclaros varones que en momentos de confusión y de quiebra de todo lo anterior, tomaron a su cargo, con valor civil y con conocimiento del oficio, la misión de propagar la obra revolucionaria desde las columnas del DIARIO DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ.

Como era de esperarse, de la mentalidad altamente cultivada y de las plumas vigorosas de Camacho y de Caldas, desde el primer número del DIARIO POLÍTICO, se definió el nuevo tono de la prensa independiente. En el *Prospecto* explicaron ellos la razón de su órgano de publicidad especialmente en la hora de convulsión política que se atravesaba, como vehículo rápido, competente y eficaz de fijar la opinión de los pueblos de la comprensión del extinguido Virreinato, para “reunir las voluntades y afianzar la libertad e independencia”. Aunque apenas empezaba una nueva era, a sólo cuarenta días de producido el derrumbamiento del antiguo régimen, ellos escribieron: “Nosotros, que el día 20 de julio de 1810 conquistamos nuestra independencia; nosotros que formamos una Junta en quien depositar la autoridad...”. Se necesitaba decirlo así, con frases rotundas y de afirmación política, aunque el camino por recorrer era largo y colmado de peligros, de que ellos mismos serían víctimas sacrificadas en el altar de la patria nueva, para que los pueblos fueran adquiriendo conciencia del fenómeno político, social y económico que se había operado con su voluntad y en sus consecuencias, en la nueva fase de su historia que le daba entrada a la convivencia con las naciones libres y soberanas del orbe.

Definieron su actitud de periodistas en términos claros y breves: “Ya se acabó, dijeron, ese tiempo de silencio y de misterios, y se rompieron las cadenas que han aprisionado a la razón y al ingenio; desapareció para siempre esa reserva injuriosa a nuestra fidelidad, y ese secreto, el baluarte más firme de la tiranía. Conocemos que debe haber reserva en aquellos preceptos en que la publicidad frustraría los fines del Gobierno; pero en los otros debe reinar la franqueza, y deben publicarse en nuestro DIARIO POLÍTICO”. Es decir, aspiraban, como periodistas honrados, a decirlo todo, excepto aquello que pudiera perjudicar los intereses patrios y a que su órgano de publicidad pudiera mirarse “como los anales de nuestra libertad”, con el anhelo de que sus descendientes revolvieran más tarde con placer esas páginas, como fundamento de una historia nueva, plena de conquistas de las libertades públicas. Su deseo se ha cumplido: el DIARIO POLÍTICO constituye hoy, a la distancia de ciento cincuenta años, no solamente un monumento de nuestra historia político-administrativa, sino una fuente muy aprovechable de conocimiento de la formación de nuestras instituciones democráticas. Por ello la reproducción de esas páginas de oro de los primeros días de nuestra emancipación, se hacía necesaria como un homenaje en el sesquicentenario del movimiento revolucionario del 20 de julio, a los preclaros varones que, como periodistas, supieron interpretar a cabalidad los anhelos de los pueblos granadinos en los primeros días de la “separación eterna” de España.

Los Directores del DIARIO, con plena libertad de emitir sus opiniones, no podían menos de hacer notar a sus lectores esta feliz circunstancia: “Ahora dos meses, dijeron, temblaría un escritor al poner las dulces palabras *libertad, independencia*, y hoy hacen su consuelo y sus delicias” y como ya empezasen a aparecer

las disenciones y las pugnas partidistas y los celos de las Provincias por tener la supremacía en el manejo de los destinos de la nueva patria, o cuando menos a formar casa aparte como soberanas, dieron principio a su tarea por predicar la unión: "Dirigimos también nuestra palabra a las Provincias ilustres que componen el Reino. Abrid los ojos: ved los riesgos, digamos mejor, los abismos de la división. La división, la rivalidad, ese necio orgullo de ser la primera, nos precipitará en los males incalculables de una guerra civil, y después de haber derramado con escándalo del universo la sangre preciosa de nuestros hermanos, seremos presa de cualquier potencia que quiera subyugarnos". Nobles palabras que no se escucharon porque había en juego muchos intereses locales y que tuvieron entonces el valor de una profecía, pues la desunión y las pugnas por sistemas de gobierno, fueron de las principales causas en la pérdida de la primera república. Y como para acentuar más lo anterior, hicieron la siguiente gravísima declaración que nos demuestra el pensamiento íntimo de independencia absoluta que abrigaban los hombres de la revolución: "*Hagamos ver a esa Europa orgullosa, que tenemos virtudes y que somos dignos de formar una nación libre; hagámosle ver que podemos resistir a sus escuadras, a sus ejércitos y a su cañón, con nuestra reunión pacífica y fraternal; que desde Cúcuta hasta Loja, desde las llanuras del Orinoco hasta el Chocó no se oiga sino una voz, y que no haya sino una y que no haya sino unos mismos sentimientos. Libertad, independencia, subordinación a las autoridades, patriotismo, humanidad. He aquí nuestro código y el único que nos puede salvar en esta crisis política*". Esto, ni más ni menos, decía el editorial del primer número del DIARIO, fresca aún la reyerta del 20 de julio en la Primera Calle Real, que encendió la chispa de la revolución. Nada de ditirambos rodillones al suspirado Fernando; ninguna alusión, ni aun para salvar las apariencias, a otra soberanía que la del pueblo neogranadino, constituido en dueño de sus destinos y esta actitud perduró a todo lo largo de las cuarenta y seis ediciones del periódico. Sus directores sabían lo que querían y a dónde iban. Estaban en las interioridades del "gran secreto", de que habla en sus memorias la hija del Tribuno del Pueblo, doña Josefa Acevedo de Gómez y obraban en conformidad.

Camacho y Caldas se proponían hacer, según se colige del título que adoptaron para su periódico, un verdadero diario, pero por el momento sólo pudieron ofrecer tres números a la semana: los lunes, miércoles y viernes, en tamaño de medio pliego. Esta era una innovación muy atrevida dentro de los escasos medios con que se contaba. Hasta allí la experiencia en publicaciones periódicas sólo llegaba a semanarios que morían por consunción. El precio del ejemplar por lo que sabemos de la economía de la época era normal: "En la capital a medio real y en las Provincias a real". No podía el DIARIO insertar avisos, porque estaba consagrado por entero a la propaganda política y a la publicación de los actos del gobierno. En estas condiciones la vida del DIARIO fue angustiosa, sin contar con las invencibles dificultades de imprenta, a tal punto que en el número 3º, los directores pusieron la siguiente: "Nota. — La poca letra de imprenta, la necesidad de desbaratar para volver a componer, nos ha hecho ver que no puede resistir la salud del impresor y oficiales a fatiga tan continuada. Hemos resuelto limitar el diario a dos números semanales: el martes y viernes se darán al público". Más adelante se subió el precio del ejemplar "a un real por medio pliego, por la suma carestía del papel que se está comprando a 25 pesos la resma, con cuyo motivo hemos tenido pérdidas muy considerables".

Importa mucho hacer notar, para la historia del periodismo en Colombia, cuáles fueron los reducidos medios de que dispusieron y cuántas las dificultades con que tropezaron los próceres de nuestra emancipación para la difusión de sus ideas. En todas las épocas de nuestra historia republicana el ejercicio de la prensa ha sido obra de titanes. Si en los tiempos modernos, poderosas empresa como EL TIEMPO de Bogotá, que hoy es orgullo del país y órgano respetabilísimo de publicidad del continente, tuvieron que afrontar en sus principios la más desesperada lucha por sostenerse, ¿cuál no sería la que cupo a quienes en el nacimiento de la república tuvieron que crearlo todo, con poca experiencia, en momentos de angustia en que estaba suspendida sobre ellos la espada de Damocles del poder de España todavía fuerte en medio de sus quebrantos? Con todo, los directores del DIARIO POLÍTICO cumplieron a cabalidad con su misión. Dijeron todo lo que podía decirse entonces con desafiante valor civil y con elegancia de caballeros. Tuvieron informado al público de todos los pasos del gobierno, del proceso de organización administrativa, nueva en todo sentido, y de cuantas novedades de América y Europa podían interesar a sus lectores con relación a la gran empresa de crear su propia patria. Examinaron ideologías que pugaban por adquirir cuerpo en las instituciones, para encarecer lo que ellos creían mejor en la hora de prueba que atravesaban. Se hicieron eco de las necesidades de las Provincias. Señalaron defectos de organización, caminos de progreso, medios de incrementar las industrias, fuentes de economía. En las páginas inmortales del DIARIO POLÍTICO quedaron grabados los nombres de quienes, con alto espíritu de comprensión, ofrecieron sus bienes, en la medida de sus posibles, para ayudar a la Patria que carecía de recursos, pobre como estaba por la extracción de caudales, públicos y privados, días antes de la revolución para socorrer a la metrópoli en su lucha contra Napoleón y por primera vez en América se habló en esas páginas de una colecta, a modo de socorro internacional, promovida por la Junta Suprema para ayudar a las viudas y huérfanos de Quito con motivo de la matanza del 2 de agosto de 1810. Educó también a la masa ignorante en los deberes cívicos, con la inserción en sus páginas de unos elementos de Economía Política. De todo se ocupó el DIARIO, hasta de los precios del mercado, para hacer obra agradable y útil.

Entre el material del periódico, deben señalarse dos documentos de gran importancia en nuestros anales: la *Historia de nuestra revolución*, que se publicó en varias entregas y una relación pormenorizada de los sucesos de Quito, con el asesinato de los próceres del 10 de agosto.

En el número 46, correspondiente al 1º de enero de 1811, después de cinco meses de ejercicio, los directores del DIARIO POLÍTICO dieron por terminadas sus labores, con la siguiente advertencia: "Tenemos el dolor de anunciar al público la necesidad en que nos hallamos de suspender la publicación de este DIARIO, que habíamos emprendido con la mira de contribuir en cuanto pudiésemos en la propagación de las luces tan necesarias en el presente estado de las cosas. Pero siendo muy corto el expendio en esta capital y casi ninguno en las provincias, de donde hasta ahora no se ha podido recaudar lo que se ha vendido, crecidísimos los gastos por la carestía del papel, nos hallamos en la incapacidad de proseguir en la empresa, sin perjudicarnos gravemente. Hemos comunicado y dispersado los dos mil pesos que nos adelantó el gobierno para los costos, con calidad de reintegrarlos con los productos del mismo papel, cuya cantidad tal vez no podemos reembolsar hallándose repartidos en las Provincias 15.000 números y existen en nuestro poder una gran cantidad de impresos. Pedimos al público se sirva dispensarnos los defectos en que hayamos incurrido, atendiendo a que nuestros deseos sólo han sido servir a la patria".

Lo triste de esta historia es que años más tarde, cuando Camacho y Caldas habían pagado con el precio de su vida en el patíbulo su ingerencia en la revolución, y cuando la república estaba en plena marcha, un funcionario que se pasaba de listo, quiso cobrar a las viudas y huérfanos de los ilustres próceres el saldo que quedaron a deber por la quiebra del periódico. Cosas de la democracia! Afortunadamente el Congreso de Cúcuta no solamente condonó esa "deuda", sino que se valió de la ocasión para renovar a esos ilustres mártires "el justo tributo del reconocimiento nacional".

HUMBOLDT Y LA ESCUELA DE MUTIS

CALIXTO TORRES UMAÑA

Miembro de la Academia de Ciencias y de la
de Medicina de Colombia

El Profesor CALIXTO TORRES UMAÑA fue invitado a Alemania, para la conmemoración del centenario de la muerte de HUMBOLDT. Con tal oportunidad dictó en la Universidad de Leipzig la siguiente conferencia:

Al igual que las consideraciones de orden sentimental, que tienden a unir los pueblos físicamente distanciados, existe la irresistible unión de las ideas, cuyas corrientes, como las ondas hertzianas, pasan a través del espacio y del tiempo y pasan aun a través de la raza y del idioma.

Curioso es y no raro por cierto, el fenómeno que produce el brote simultáneo en el tiempo y distanciado en el espacio, de una misma idea o de ideas semejantes, como que emanan de intelectos constituidos de la misma manera y atraídos por los mismos intereses, y que aparecen al mismo tiempo en regiones desconocidas y alejadas. Dijéranse focos de energía que encontrándose dentro del mismo circuito, se iluminaran en un instante por la acción de un artífice invisible.

Por eso, al volver la vista hacia atrás y contemplar en las lontananzas del pasado los múltiples lazos que pudieran fomentar una unión germano-ibero-americana, vienen a la mente, junto con los nombres de los valientes aventureros alemanes, que prestaron su contingente a la empresa española de la conquista de América, los nombres de aquellos otros conquistadores que llegaron más tarde, mas no ya con férrea armadura de los guerreros, sino con el brillante escudo de las ideas y la daga buida y sutil de la curiosidad investigadora. Así como al lado de Hernán Cortés, de Pizarro y de Jiménez de Quesada, aparecen los nombres de Hohermuth y de Federmann, surge al lado del español peninsular Mutis y de su grande escuela de naturalistas americanos, el nombre del barón Alexander von Humboldt; y así como no podría completarse la historia de Mutis y de su escuela sin hablar de su inteligencia con Humboldt, tampoco podría apreciarse en toda su plenitud la gloria del sabio alemán sin conocer su viaje hasta nuestro altiplano andino y su intercambio intelectual con los naturalistas americanos.

No es el momento de estudiar todos los elementos que formaron en el ánimo del barón de Humboldt, la decisión de hacer su viaje hacia el equinoccio americano. Que las razones fueron justas lo demuestra el cuantioso acervo de conocimientos que trajo al viejo mundo para enriquecer la ciencia universal.

Era verdad que el nuevo continente, continuaba como continúa aún siendo descubierto y nada más sugestivo para un naturalista que ir a ponerse en contacto con una fauna y una flora llenas de novedad y prometedoras de riquezas incalculables y a aprender otra manera de contemplar el mundo, mirándolo desde otros puntos científicos.

"Jamás, dice en el prólogo de su obra". Examen Critique de l'Histoire et de la Geographie du Nouveau Continent. "Jamás descubrimiento alguno podrá, por sí sólo producir una ampliación semejante y un cambio tan extraordinario y duradero dentro del horizonte espiritual humano, como el descubrimiento de América. Se levantó entonces el velo que ocultó por miles de años la mitad de nuestro globo, como se oculta aún y se ocultará la mitad del cuerpo de la luna mientras el estado actual de nuestro sistema planetario no sufra cambios trascendentales". O mientras el poder humano no permita hacer viajes interplanetarios.

Es indudable —según se verá luego— que, en refuerzos de estas ideas venía la noticia de los estudios importantes que en la Nueva Granada llevaba a cabo un sabio gaditano, colono ilustre de aquella tierra exuberante y nueva, acompañado de toda una escuela de jóvenes sabios, colaboradores criollos, cuyos nombres están, por más de un concepto, grabados a perpetuidad en las páginas de la historia americana.

Era el jefe de aquella escuela, Don José Celestino Mutis, médico llegado desde joven a la colonia y quien al lado de sus estudios de medicina había demostrado siempre un interés particular por la botánica y en general por las ciencias naturales. Su nombre debió de ser bastante conocido ya desde temprano, cuando a la edad de

veinticinco años fue nombrado médico del Marqués de la Vega de Armíño, al emprender éste su viaje a Santa Fe de Bogotá como Virrey de la Nueva Granada.

En septiembre de 1760, pisó Mutis en Cartagena de Indias, la tierra de su nueva patria, donde iba a pasar el resto de su vida y cuyas selvas vírgenes e irsutas, le guardaban la satisfacción de descubrimientos trascendentales. Porque fue sin duda el entusiasmo del sabio gaditano por interrogar a la naturaleza nueva del continente nuevo, el móvil principal que le determinó a aceptar el puesto que lo llevó a aquellas regiones.

Dentro de los límites de esta conversación no cabría un análisis, siquiera somero, de toda la obra realizada por este hombre en el territorio de la que hoy es República de Colombia. Séame permitido tan sólo mencionar algunos de sus más importantes estudios a fin de podermos dar una idea de los lazos intelectuales que con Humboldt le unían y de las razones que el sabio prusiano pudiera tener, para —en vez de continuar su viaje por mar de Cumaná a Quito— emprender la por aquellos tiempos tan penosa ascensión hasta el altiplano de Bogotá.

Desde su llegada a la tierra neogranadina inició Mutis sus investigaciones, las cuales versaron no solamente sobre la flora y la fauna, sino que se aplicaron también a la geología, a la geografía, a las matemáticas, es decir, a todos aquellos asuntos que interesaban el espíritu investigador del barón Alexander von Humboldt.

Estudió las condiciones del sueño y vigilia de las plantas y al mismo tiempo, el ciclo evolutivo del gusano de monte que tantas molestias solía causar a los recién llegados al trópico y a cuyo propósito escribía así al hijo de Linceo, desde el fondo de los socavones donde estudiaba la riqueza mineral del suelo:

"Esta nuestra especie de cestro es del tamaño de una mosca doméstica. En unos tubitos, en forma de avispero imbuçados alrededor del vientre de la madre, se esconden y anidan hasta más de cincuenta pequeñísimas larvas. De aquí resulta que, puesta la madre encima del hombre, quien equivocándola con la mosca doméstica, no la teme mucho por no haber experimentado antes sus acechanzas, regala, salva su maldita conciencia, tantos dones cuantos gusanillos salen de sus tubos, para dejar nuevo nido dentro del pellejo del hombre, dejándole sin su previo consentimiento, los gravísimos cuidados de proveer a la nueva generación de sus necesidades y alimentos".

He aquí todo el estudio patogénico de una afección cutánea, cuya profilaxis no podría intentarse si no se conocieran estas nociones tan sencillas en apariencia, pero tan trascendentales.

En asuntos del reino vegetal, estudiaba Mutis minuciosamente, las distintas especies, las clasificaba y aún las plantaba como plantó los bálsamos del Tolú y del Perú hasta verlos fructificar; fue él quien les dio el nombre genérico de Miroxilon con el cual son aún conocidos en la ciencia.

Estudió así las canelas que habrían de competir con las descubiertas por los holandeses en las Molucas; en su casa de Mariquita crecieron estas plantas, donde gracias a cultivos convenientes adquirieron un desarrollo considerable. Aquellas plantas llamaron la atención de Humboldt, según dice éste en carta dirigida a su hermano Guillermo en septiembre de 1801.

Estudió también las quinas, el conocimiento de las propiedades medicinales de estas plantas data desde el visreinato del Príncipe de Esquilache en el Perú. Años más tarde, con motivo de la curación de la Visreina, condesa de Cinchona, por consejo de un corregidor de Lonja (Ecuador) se hizo más popular su uso como antifebrífugo. La primera descripción científica fue dada por el astrónomo Carlos María de la

Condamine en la Academia de Ciencias de París, después de su viaje a América en 1738.

Pero, fue Mutis quien descubrió nuevas especies al norte del Ecuador; hizo un estudio general de estas plantas desde el punto de vista médico y del de la clasificación, de tal manera que, según Caldas, "se podía afirmar que ninguno conoce mejor que él, el género *Cinchona* y sus derivados".

Sobre el estudio particular de las *Pasifloras* escribía el sabio Caldas en el Semanario de la Nueva Granada: "Este estudio merece llamar la atención de todo naturalista y es de los que más elogios le ha merecido. En un género en que todas las especies son volubles, género tan numeroso y tan extendido como la *pasiflora*, ver aparecer individuos con todo el hábito y los caracteres de un árbol, es un ejemplo luminoso que arruina todas las ideas de aquellos botánicos que han dividido las plantas en árboles y yerbas, fundando esta división en el hábito y no en los caracteres tomados de la fructificación. Mutis, ha constituido dos especies nuevas: a la una la llamó *pasiflora arborea* y a la otra *pasiflora arborecente*".

Como matemático, regentó la cátedra correspondiente en el Colegio del Rosario; como médico, fue el fundador de los estudios de medicina en la Nueva Granada; como astrónomo, fundó el Observatorio Astronómico de Santa Fe e hizo varios descubrimientos trascendentales.

Hizo importantes observaciones con motivo del paso de Venus por el disco del sol ocurrido en 1769. "Una ocasión tan favorable, escribía, no volverá a verificarse sino dentro de mucho tiempo. El más próximo será en 1874 y seguirá el de 1882. Estos dos sucederán en el mes de diciembre, razón ingrata para los observadores. Por otra parte, para sacar de ellas todo el fruto posible, sería necesario penetrar en el sur, hasta el círculo polar y aún más allá. Otro paso sucederá en el año 2004 y en él la latitud de Venus no será bastante grande y el efecto de la paralaje sobre las diferentes duraciones del paso, no será, ni con mucho, tan sensible como lo fue en 1769.

En el paso que sucederá en el año 2012, se lograrán con pocas diferencias, las mismas ventajas que en 1769. El día 5 de julio de 2.255, Venus pasará sobre el sol con circunstancias más favorables que en este siglo".

Demostó la influencia directa que tiene la luna sobre las variaciones del barómetro, como las tiene sobre las aguas del océano, circunstancia que, según Caldas, había sido sospechada por algunos sabios europeos, "pero, dice Caldas, mal situados no pudieron decidir sobre el asunto. Mutis en el corazón de la zona ardiente y a cuatro y medio grados de latitud, ha llevado hasta el punto de certidumbre que ya no se puede dudar sin obstinación".

Mas, su labor no se limitó a investigar y descubrir, sino que al tanto como ninguno de los corrientes en boga, las difundió con valor y con entusiasmo.

Fue él quien por primera vez expuso en América las teorías astronómicas de Copérnico, pues hasta esa época se seguía creyendo allí que la tierra era el centro del universo, alrededor del cual giraban todos los astros, tal como lo había enseñado Ptolomeo. Los descubrimientos de Galileo, de Kepler y de Newton condensados en las doctrinas de Copérnico y de Giordano Bruno, ya tenían un ambiente en la cultura europea, pero fue Mutis quien empezó a difundirlas en América, a pesar de que ya por entonces maduraba en él la idea de seguir la carrera del sacerdocio que abrazó después.

Mas, su reconocido y acendrado catolicismo, no obstó para que los padres dominicos directores de la Universidad Tomista de Bogotá, consideraran de su deber, como fieles guardianes de la Fe, acusar a Mutis ante el comisario de la Inquisición como propagador de doctrinas contrarias a las Santas Escrituras.

A pesar del ambiente desfavorable que las nuevas doctrinas tenían en aquel siglo y en aquel medio, la defensa que se hizo Mutis fue suficientemente elocuente para hacer entrar al fanatismo en razón. "La escritura —decía citando a San Agustín— sigue en esto un idioma que pueden entender los hombres flacos a quienes se dirige".

Una de sus últimas empresas fue la fundación del Observatorio Astronómico de Santa Fe de Bogotá, sobre el cual escribe un sabio de la época: "Si los observatorios de Europa hacen ventajas a este por la colección de instrumentos y por los suntuosos edificios, el de Santa Fe de Bogotá, no cede a ninguno por la situación importante que ocupa en el globo.

Dueño de ambos hemisferios, todos los días se le presenta el cielo con todas sus riquezas. Colocado en el centro de la zona tórrida, ve dos veces en el año el sol en su cenit y los trópicos, casi a la misma elevación. Establecido sobre los Andes ecuatorianos a una prodigiosa

elevación sobre el océano, tiene poco que temer sobre la inconstancia de las refracciones, ve brillar las estrellas con una claridad y sobre todo una azul tan subido, de que no tiene idea el astrónomo europeo. De aquí, ¡cuántas ventajas para el progreso de la astronomía! Si el célebre Lalande anuncia con entusiasmo la creación del observatorio de Malta, por hallarse a 36 grados de latitud y ser el más meridional de cuantos existen en Europa, ¿qué habría dicho del de Santa Fe a cuatro y medio grados de la línea? Lejos de las nieblas del norte y de las vicisitudes de las estaciones, puede en todos los meses registrar el cielo...".

En cuestiones de mineralogía hizo una labor de suma importancia: cinco años de permanencia suya en las minas de oro de Montuosa, Vaja y Betas y luego en las de Ibagué y Santa Ana, dieron por resultado el que se emplearan nuevos y más eficaces métodos en la explotación del oro.

Más tarde dedicó su atención al platino. Sabido es que a este metal —descubierto en Colombia por los conquistadores— se le llamó así por su semejanza con la plata. Al que se extraía de las minas de Barbacoas y el Chocó, una de las más ricas del mundo, se le llamaba *oro blanco* y *oro niño*, pues pensaban los mineros que se trataba de oro en vía de transformación o incompletamente formado por lo cual le arrojaban al agua para que madurase, sin sospechar que tenían en sus manos el más precioso de los metales y sin sospechar mucho menos, que en medio de su ignorancia, esbozaban los principios que apenas se conocen hoy, sobre la transformación de la materia. Fue Mutis el primero que estudió, desde un punto de vista científico, las condiciones de explotación del platino.

Pero todas estas actividades —aun la misma medicina que había constituido su carrera inicial—, no fueron sino derivaciones de su vocación constitucional que era el estudio del reino vegetal.

Su gran ilusión fue el establecimiento de una comisión botánica, para que un grupo de colaboradores inteligentes y cultivados pudiera hacer un estudio a fondo de la flora del país, formando colecciones en las que se hermanaran la ciencia con el arte y donde se pudieran almacenar toda una serie de conocimientos de valor indiscutible.

Acudió al Visrey en solicitud de apoyo para su idea, pero el Excelentísimo señor don Pedro Messia de la Cerda, Marqués de la Vega de Armiño, Visrey de la Nueva Granada y caballero de unas cuantas órdenes, no tenía ya quizás tantas nobles preocupaciones como títulos, a menos que nobles se llamaran sus achaques y quejambres, cuya importancia ocultaba en absoluto la para él, invisible importancia de los proyectos del sabio naturalista.

La contestación fue una propuesta para regresar con él a la península, en calidad de médico encargado de procurar los cuidados que tan ilustre personalidad necesitaba, propuesta que rechazó Mutis, pues había decidido vivir su vida en el medio donde vivían sus principales intereses y preocupaciones.

Acudió entonces a la Corte, pero la Corte preocupada en el instante con asuntos de grande importancia, no le dio respuesta alguna.

No fue sino en 1782, cuando el Arzobispo Visrey, don Antonio Caballero y Góngora, se dio cuenta del valor intelectual de Mutis y de la importancia de sus proyectos e inició éstos al Rey; en el año siguiente fue sancionada por Carlos III la creación de la llamada Expedición Botánica del Nuevo Reyno de Granada y era nombrado Mutis organizador y Jefe de ésta.

Principia con este acontecimiento la historia de aquella famosa escuela de naturalistas, casi todos jóvenes que tuvo a Mutis por maestro y por campo de acción toda la parte norte de la América Meridional. Aquello fue, como decía un escritor, "el hervir vividor de la colonia".

Un cuartel general en la ciudad de Mariquita o en la de Santa Fe; comisiones de naturalistas recogiendo y estudiando las plantas; pintores venidos de Quito y de España haciendo reproducciones, se multiplicaban al mismo tiempo que los manuscritos, los herbarios y las artísticas pinturas. La mayor parte de esta obra, que fue enorme, permaneció inédita mucho tiempo, lo que explica cómo el nombre de Mutis, que fue universalmente famoso en el siglo XVIII, se ha venido esfumando en la memoria de la humanidad.

Mutis sostenía correspondencia con los más famosos sabios europeos, quienes le llamaban "Néstor de la ciencia", "Patriarca de la botánica". El ilustre Cavanille reconoció varias veces en él un espíritu superior; el gran Linceo pronosticó la inmortalidad del investigador neogranadino y añadía estas palabras: "Ojalá en esta vida me fuera dado verte una vez siquiera".

Leblond, médico del Rey y conocido naturalista, le escribía así desde París: "He recibido cerca de veinte visitas de los botánicos más célebres de Europa no más que porque saben que le he visto y conozco a usted".

¿Qué cosa más natural entonces, que la correspondencia cruzada entre Mutis y Humboldt, cuando al lado de la botánica, tenían estos dos sabios tantos intereses intelectuales que les eran comunes? ¿Y qué cosa más natural, que al hacer Humboldt su viaje a América considerara como cosa importantísima la visita a Mutis?

Era la época de transición entre el siglo XVIII y el XIX; el enciclopedismo florecía en el viejo mundo, aún dentro del atormentado período en que se agitaba la política de los pueblos europeos.

Allá al otro lado del Atlántico, las colonias españolas de América, empezaban a sentirse influenciadas por el movimiento emancipador de las inglesas del norte y por el oleaje que allí se alcanzaba a llegar, de las nuevas ideas que agitaban a Francia y con ella a la Europa entera.

Mas nada de esto alcanzó a hacer vacilar siquiera el empeño del barón de Humboldt, como tampoco fue aquel estado de psicología social lo que allí le atraía a pesar de que cosas semejantes le preocupaban también cuando con Schiller platicaba a propósito de temas políticos parecidos y cuando, pocos años antes, pretendió publicar un libro sobre la libertad individual. Preocupábale más que ello, mirar de cerca una flora nueva y completar en aquellas latitudes su conocimiento de la naturaleza que sabe esconder en sus arcanos toda una maravillosa organización, dentro de la cual pueden sorprenderse las normas fundamentales de la constitución de los pueblos, el reflejo de la evolución social y escuchar el sublime diapason sobre lo que el arte humano se construye.

Con el sabio francés Bonpland —que fue su compañero y colaborador— llegaron a Caracas; se internaron por San Fernando de Apure hasta las fuentes del Orinoco, volvieron a la costa, se embarcaron en Cumaná para Cartagena de Indias y después de unas semanas de permanencia en esta ciudad, fueron hacia el río Magdalena, para emprender remontándole su largo viaje hacia Santa Fe de Bogotá, cuyo objeto principal, lo expresa así el barón en carta dirigida desde Ibagué a su hermano Guillermo, con fecha 21 de septiembre de 1801:

"El deseo ardiente de ver el célebre Mutis, el amigo de Linceo, que reside en Santa Fe y de comparar nuestros herbarios con los suyos, así como la curiosidad de escalar la inmensa cordillera de los Andes que se extiende de Lima hasta la embocadura del Amazonas, en el Golfo del Darién al Norte, a fin de poder trazar con observaciones personales una carta de toda la América del Sur, me llevaron a preferir el penoso camino de tierra hacia Quito, más allá de Santa Fe y Popayán, a la vía marítima de Portovelo, Panamá y Guayaquil. No envié de consiguiente, sino mis instrumentos más valiosos, los libros que no necesitaba y otros objetos por vía marítima, y nos embarcamos en el Magdalena, después de tres semanas de estar en Cartagena".

A Bogotá, ciudad clavada en el centro de Colombia y en lo alto de las cimas andinas, se llega hoy desde las costas del Atlántico o del Pacífico, ya por ferrocarril, ya por la carretera automovilística, ya remontando en cómodos barcos de vapor el río Magdalena, ya por las frecuentadas vías aéreas.

El viajero que hoy cruce aquellas regiones, aún deshabitadas en gran parte, pero dentro de las cuales se encuentran importantes poblaciones, ciudades aún que sólo cuentan algunos lustros de vida, puede apenas imaginar lo penoso de aquel viaje en la época en que lo hicieron Humboldt y Bonpland.

En una embarcación primitiva, movida tan sólo por fuerza humana, soportando casi a la intemperie, las plagas y el calor de los trópicos; oyendo el canto de los remeros, cuyos raros aires les llamaban a veces la atención, aún sin comprender las palabras de su extraño lenguaje, remontaban con lentitud desesperante la ancha corriente del gran río. A uno y otro lado, la selva virgen; en el horizonte el infinito mar que forman las copas de los árboles, confundido con el azul purísimo del cielo.

Ni una choza en la orilla, ni señal alguna de ser humano, en largas y largas horas de navegación, ni más señal de vida fuera de la balsa, que las bandadas de garzas atravesando el espacio e interrumpiendo con el ruido de su alas el silencio de aquellas soledades, o las tribus de cocodrilos o caimanes tendidas sobre las playas y que al ruido de la embarcación se arrojaban atemorizadas al agua.

En la tarde el crepúsculo era un incendio multicolor y el sol, como un inmenso aerolito de fuego, se apagaba sobre la selva. El

ruido del agua al frotar contra los flancos de la embarcación parecía hacer más sensible aquel silencio de la naturaleza virgen.

Dentro de aquellas selvas, tan silenciosas, palpita, sin embargo, la vida exuberante: en las seculares encinas, en el aroma de las frágiles herbáceas, en los bejucos trepadores que envuelven como en un crótico abrazo los robustos troncos. Se agita allí la flora diversa y abundante, cuyo bullir es cubierto por la misma inmensidad de la selva tupida, como oculta el océano el sitio mismo donde la vida revela sus primeras palpitaciones; como se ocultaba tras el silencio de aquel sosegado viaje, el agitado vaivén de las ideas en el cerebro de aquellos dos hombres que meditaban, contemplando aquel inmenso laboratorio de la naturaleza, donde su inquieta mentalidad podría encontrar filones inagotables de investigación.

La vida no puede ser quietud y se manifiesta en su más noble concepción, en el movimiento silencioso que avanza hacia la meta señalada por la inteligencia.

En este vivir monótono en apariencia y agitado en el fondo, pasaban los días y las semanas, hasta llegar después de más de mes y medio de navegación al pequeño puerto fluvial de Honda, donde era preciso tomar las cabalgaduras para emprender varias jornadas por caminos abruptos y pedregosos; bajando a la hondonada y trepando la cuesta; trepando sobre todo, hacia los altos picos de los Andes, bajo la inclemencia del sol tropical.

¿Qué sitio medio civilizado podría encontrarse más allá, cuando a medida que se avanzaba se iban quedando atrás las ya distantes ondulaciones de la lejana cultura occidental?

De repente, después de subir una larga cuesta, se presentó a sus pies la gran sabana, con sus amplias dehesas llenas de ganados y sembradas, salpicada de pequeñas aldeas y de grandes casas de campo pertenecientes a las haciendas de los señores de Bogotá; y allá, a lo lejos, al pie de los dos inmensos cerros gemelos, tendida la ciudad con sus edificios y sus torres.

En la población de Fontibón, a unos veinte kilómetros de Bogotá, se encontraba la carroza del Arzobispo, señor del Portillo, que había sido enviada para recibir a los viajeros y a un crecido número de jinetes que venían a escoltarlos.

"Nuestra llegada a Bogotá —dice Humboldt— constituyó una verdadera marcha triunfal, pues como se sabía que veníamos a visitar a Mutis, que es tenido en toda la ciudad con gran consideración y estima, en razón de sus muchos méritos, de su crédito ante la corte y de su avanzada edad, se trató de dar un cierto brillo a nuestra llegada y de honrar a ese hombre con nosotros mismos... El Visrey, no puede, según las fórmulas de la etiqueta, comer con nadie en la ciudad; pero se encontraba en su hacienda de Fucha y allí nos invitó".

Mas, no fue solamente el carácter de visitantes de Mutis, como modestamente lo anota Humboldt, lo que hizo de su llegada un acontecimiento trascendental en Bogotá: era el conocimiento que allí se tenía de los méritos de aquel hombre eminente y de su compañero Bonpland; que en aquella ciudad mediterránea y aislada en apariencia de todo contacto con los focos de la cultura contemporánea, se cultivaban ya las ciencias, la literatura y las artes, y se estaba al corriente del movimiento intelectual universal. Su fundador, el adelantado don Gonzalo Jiménez de Quesada —que fue al mismo tiempo que un guerrero valiente, un docto jurista y un letrado—, pareció dejarle en herencia, más que su índole de conquistador y de guerrero, sus inclinaciones intelectuales y su espíritu civil por sobre todo; y lo curioso es que aquellas cualidades no quedaron localizadas a la capital sino que se extendieron a todo el país. Desde la época de la Colonia, Colombia entera se ha distinguido por su afición a las ciencias y a las letras y desde su advenimiento a la vida republicana, por su amor a las instituciones democráticas y su convicción de que el derecho es la más poderosa de las fuerzas humanas.

La llegada de Humboldt y de su compañero a Bogotá, fue un acontecimiento que hizo época en la vida de aquella colonia, y marcó, como dice un escritor contemporáneo, una excitación bulliciosa de interés por las ciencias físicas y naturales.

Después de unos días de contacto con aquella sociedad, donde se le atendió de todas las maneras que fue posible, se dio completa cuenta al sagaz investigador, de la existencia de aquella élite intelectual que le sorprendió tanto como el encuentro mismo de la ciudad en aquellas apartadas regiones.

En aquella época y en aquellos medios sociales, en que el cultivo intelectual de la mujer era nulo, pues en las más encumbradas esferas sociales se consideraba como una falta en ellas aprender a leer y a escribir, tuvo ocasión el barón de admirar en el círculo denominado El Buen Gusto (literario, científico y artístico), a damas como doña

Manuela Santamaría de Manrique, tanto más interesante para él como que se trataba de una consumada naturalista.

Lo que digo de la cultura de la mujer en aquella época, explica la pregunta del marido de doña Manuela, cuando en casa de ésta, contemplaba el barón los herbarios y la famosa biblioteca: "¿No es verdad señor, le dije, que mi mujer parece un varón?" y el barón reía y aceptaba complacido, adivinando más bien que comprendiendo aquella pregunta hecha en una lengua que todavía no le era completamente familiar.

Pero naturalmente, la mayor parte de su tiempo, lo pasaba el sabio alemán en compañía de los miembros de la llama Expedición Botánica, es decir, de Mutis y de sus colaboradores.

"Mutis —dice Humboldt en una de sus cartas— nos había hecho preparar una casa cerca a la suya, nos trató con excepcional deferencia. Es un eclesiástico viejo, venerable, de unos sesenta años y hombre rico".

"El Rey gasta en la expedición botánica diez mil pesos anuales (suma muy considerable en aquellos tiempos). Hace quince años que treinta pintores trabajan con Mutis, tienen de dos a tres mil dibujos en folio que son miniaturas. Exceptuando la de Banks en Londres, no he visto biblioteca botánica más grande que la de Mutis". Y en otro párrafo de la misma carta dice: "Estoy extremadamente feliz; mi salud es tan buena como nunca lo ha sido; mi valor es inquebrantable, mis planes se realizan y en todas partes a donde llevo, soy recibido de la manera más cordial. Me he habituado de tal manera al nuevo mundo que me rodea, a la vegetación tropical, al color del cielo, a los sitios de las constelaciones, a la vista de los indios, que Europa no parece a mi imaginación sino como un país que hubiese visto en mi infancia".

Púsose Humboldt en relación estrecha con cada uno de los miembros de la Expedición Botánica: con don Jorge Tadeo Lozano, hermano del Marqués de San Jorge y descendiente del Conquistador Antón de Olalla y quien dejó obras interesantes sobre zoología; con el presbítero Valenzuela, maestro de los hijos del Visrey y descubridor de la famosa turba silvestre; con don Francisco Antonio de Ulloa, autor de una obra sobre la influencia del clima en la formación de la personalidad del hombre en la Nueva Granada; con Zea por quien tuvo tal aprecio, que años después, en 1805, en una carta dirigida desde Roma, le cita a Bonpland, "entre los hombres que hay que elogiar perpetuamente, junto con el nombre de Mutis, el que Zea antes que el de Cavanilles".

De los pintores de la expedición hace especiales elogios en sus cartas, muy especialmente de Matiz, de quien dice que es el mejor pintor de plantas que haya conocido. Este tenía al lado de sus condiciones artísticas, una devoción particular por la ciencia, pues cuando se estudiaba la planta llamada *guano* como antídoto contra las mordeduras de las serpientes, se hizo morder por una de éstas y estuvo a punto de morir en medio de atroces dolores. Después cuando Humboldt estudiaba en colaboración con Mutis un género de plantas regionales, quiso aquel que se le diera el nombre de muticia, con lo cual quedó consagrado el nombre del célebre pintor.

He dejado para lo último el más interesante de todos por la amplitud de sus conocimientos, por lo extensa de la obra que especiales relaciones que con él mantuvieron Humboldt y Bonpland. Cuando murió Mutis, fue él quien le reemplazó como Director del Observatorio Astronómico. Midió casi todas las alturas del país, estudió y coleccionó más de seis mil plantas tropicales y fue el director del periódico llamado *Semanario de la Nueva Granada*, sobre el cual dice así el célebre escritor español D. Marcelino Menéndez Pelayo: "Allí están las primicias de la cultura bogotana, que de un salto pareció ponerse al frente de todas las demás regiones americanas".

Fue Caldas el primero que habló del tesoro arqueológico de San Agustín "vestigios de una nación artística y laboriosa" cuya historia ha quedado oculta en el enigma de pasados siglos y cuyos monumentos fueron objeto de interesantes estudios, por parte del Profesor Preuss, Director del Völkermuseum de Berlín, quien escribió sobre esto una preciosa obra.

Dos meses no más permanecieron Humboldt y Bonpland en Santa Fe de Bogotá, pero en ese corto tiempo (sobre todo Humboldt, pues su compañero estuvo enfermo la mayor parte del tiempo) lograron realizar importantes estudios en sus excursiones a distintos lugares y en largas horas de conferencias que tenían con los sabios neogranadinos. El barón formó un verdadero museo de historia natural, con los objetos que le ofrecían sus amigos y admiradores. Guillermo, su hermano, en carta que dirige a Cuvier desde Roma, dice refiriéndose a las cartas de Alexander: "me habla de varios envíos que ha hecho al instituto, entre los cuales, ciento veinte dibujos de plantas in-folio que le ha regalado Mutis" y en la carta en que Alexan-

der remite sus colecciones de viaje al Museo de Historia Natural, menciona en primera línea, las muestras de quina y "los dibujos coloreados de plantas de Santa Fe". Al Rey Federico Guillermo III le envió como el objeto "más raro y más admirado, un pedazo de platino encontrado en la provincia colombiana del Chocó, que pesaba más de 16 onzas".

En el mes de septiembre del mismo año de su llegada (1801) salieron Humboldt y Bonpland de Bogotá con rumbo al Ecuador dejando en la ciudad gratas impresiones y valiosas enseñanzas. Salieron también gran número de acompañantes, entre los cuales estaban naturalmente, los miembros de la Expedición Botánica; uno de ellos, Caldas, les acompañó en sus ascensiones al Puracé y al Chimborazo.

Entre los estudios realizados por Humboldt en tierras de Colombia, merece citarse el referente a la planta llamada *curare*, con la que envenenan sus flechas algunas tribus de indios salvajes y que contiene un sustancia cuya acción particular sobre las terminaciones nerviosas, ha prestado un concurso inmenso en el estudio fisiológico del sistema nervioso periférico.

Por otra parte, don Joaquín Acosta, geógrafo neogranadino, de quien Humboldt hace un fervoroso elogio en su historia de la geografía del nuevo continente dedica una de sus obras al sabio alemán, "por cuanto a él —dice— le debemos los rudimentos de nuestra geografía".

Pasaron los años, mas no con ellos el recuerdo de los días inolvidables de que Humboldt y Bonpland, Mutis y su escuela, se pusieron en íntima relación, para honra y provecho de la ciencia; y mientras en América continuaba creciendo el alicento científico dado por los sabios europeos, éstos proseguían en París una labor de revisión que habría de durar veinte años para modelar en libros los estudios hechos en América. En el procedimiento seguido en esta empresa, no fue extraño el método de la Expedición Botánica, según se puede ver por la descripción que de éste hace Humboldt en sus cartas; y no rara vez se encontraban con datos recogidos al lado de los sabios neogranadinos. Por esto, al enviarle desde Roma Humboldt a Bonpland instrucciones para la publicación de sus obras, le dice: "El retrato del viejo Mutis, si usted lo encuentra bueno, yo lo colocaré en alguna parte de mi obra puesto que la fascícula le está ya dedicada". En efecto, el retrato de Mutis apareció en la portada de la obra *Plantas equinoxiales*, con esta dedicatoria al pie:

"A don José Celestino Mutis, Director Principal de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, astrónomo de Santa Fe de Bogotá, como débil muestra de admiración y reconocimiento. A. von Humboldt. — Aimé Bonpland".

Entre tanto el tiempo que parecía quedar estacionario para los sabios que proseguían su labor sosegada, minuciosa y constante, pasaba rápido en la Nueva Granada donde los acontecimientos se sucedían, y donde la *expedición botánica* tuvo que suspender sus labores, por la muerte de su Jefe, primero y luego por el estallido de la revolución de la independencia en 1810.

Los sabios cambiaron el estudio por la guerra, los libros por las armas y la toga por el uniforme. (Esto ha sucedido varias veces en Colombia). Caldas llegó a ser Director de Ingenieros y General de Brigada. Hecho prisionero por los realistas en 1816 y condenado a muerte por un consejo de guerra, quiso terminar en la cárcel una Geografía Botánica del Ecuador, con datos recogidos, muchos de ellos, durante su expedición en compañía de Humboldt y Bonpland, pero la sentencia no dio espera y hubo de entregar la vida antes de terminar la obra. Antes de salir hacia el cadalso escribió con un carbón una O larga, que cruzó por la mitad con una línea. Se consideró aquello como una frase jeroglífica de despedida que se interpretó así: "Oh larga y negra partida". Otros piensan que se trata simplemente, de una fórmula matemática que cruzó por el cerebro de aquel hombre en plena lucubración científica aún en el momento de la muerte.

Mas, a pesar de haberse agotado tan preciosas existencias y de haber paralizado la labor de la Expedición Botánica, debemos bendecir aquella hora trágica que produjo las consagraciones sublimes, de las cuales surgió una nueva patria. Que aún los momentos de suprema angustia deben ser bendecidos, cuando saben arrancar la manifestación inequívoca del amor.

El tiempo, que desvanece las pasiones y purifica el juicio de las ideas, ha dado en general a los movimientos de independencia americana la noble interpretación que les corresponde. En la capital de España se levanta hoy un monumento a Bolívar, el gran Libertador. Un célebre letrado español, don Marcelino Menéndez Pelayo, reclamó para Caldas un homenaje de desagravio, y en la Biblioteca Nacional

de Madrid, se puede ver ya una lápida grande en la que una matrona besa en la frente a un joven militar; debajo se lee esta inscripción: "Perpetuo desagravio de la Madre España a la memoria del inmortal neo-granadino Francisco José de Caldas".

Noble y hermoso brote que encierra toda una doctrina y revela toda la hidalga grandeza del alma española.

Porque la independencia de América no fue, señoras y señores, un primitivo brote de cólera ni una rebelión inconsciente. Fue el momento de transición natural en la evolución biológica de los organismos, que los lleva hacia la vida autónoma donde se encuentra la savia nueva, con la que habrán de contribuir al engrandecimiento de la especie.

España, al enaltecer a los héroes de la independencia americana, se engrandece pues así misma. Aquel movimiento no fue quizás sino la ondulación sistólica que el mismo corazón de la madre patria lanzó desde Bailén y Zaragoza.

Entre los precursores del movimiento de independencia en Colombia, estaba sin duda Mutis, neo-granadino nacido en la península y español de la Nueva Granada. Sus enseñanzas nutrieron los cerebros de los futuros próceres; su amor a la libertad incubó la semilla de la independencia y ampliando el horizonte de sus ideas, hizo germinar en ellos la idea de la nueva Patria autónoma. "La sola presencia en el Nuevo Reino de Granada de José Celestino Mutis —dice el colombiano Eusebio Robledo— bastaría para que España reclamara de nuestra parte y con justicia, gratitud y reconocimiento". Y en verdad que se la debemos.

No puedo menos de recordar, en estos momentos en que el régimen y las instituciones de España, en el vaivén histórico que los impulsa, pasan por un período de omnubilación conturbadora, la manera como un poeta de su propio suelo, moldeó estas ideas al dirigirse a la América en esta forma:

España te oprimió, mas no la culpes,
Porque cuando la bárbara conquista
Justa y humana fue? También clemente,
Te dio su sangre, su robusto idioma

Sus leyes y su Dios; te lo dio todo,
Menos la libertad, pues mal podría
Darte el único bien que no tenía.

He hecho hincapié en este fin heroico de la escuela de Mutis, para completar una analogía entre el espíritu de aquellos sabios y el de Humboldt. Este y Mutis, el maestro, fueron dos espíritus convergentes, si se principia la comparación por el aspecto filosófico: profundamente místico el uno y de ideas liberales el otro, lo cual no les quita a ambos un decidido amor por la libertad, desde el punto de vista puramente político. Pues ambos escribieron en este sentido. Después, no sólo se hermanan aquellas dos inteligencias en sus aficiones investigadoras por la biología, sino también por la geografía, la física, la geología, la astronomía. Ambos miraron hacia América, ambos eran escritores atildados, ambos poseían un temperamento artístico innegable, que así como en cada armero suele haber un tirador, en cada sabio que investiga en la naturaleza, hay con frecuencia un artista.

Humboldt y Mutis se destacaron en una labor un poco diferente de la que seguían los muchos naturalistas que en aquella época aparecieron. Brillaron por aquel tiempo, Cavanille, el gran Líneo y muchos otros. Fue como un momento de vanidad de la naturaleza que quiso dar de sí misma quien mostrara sus ocultas riquezas y sus encantos.

Para estudiar el criterio de Humboldt, en relación con nuestra independencia, habría que analizar su correspondencia con el Libertador, en la cual se ve cómo comprendió la obra de Bolívar, este sabio que mereció ser llamado "el segundo descubridor de América".

Pero la América no está completamente descubierta todavía; el velo que, por tantos años ocultó la mitad de nuestro planeta, como dice Humboldt, no se ha descorrido del todo, y ahora que la humanidad atraviesa este momento angustioso, que marca el límite de una gran etapa de la historia, el descubrimiento de aquel mundo, presenta aun más interés. En aquellas selvas milenarias, como en aquellos pueblos, que empiezan a mostrarse a la vida, hay un caudal incompletamente conocido y aun desconocido para los europeos.

Miremos hacia allá y esperemos.

HISTORIA DEL ATOMO NUCLEAR Y DE LOS ATOMOS ARTIFICIALES

DARIO ROZO M.

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

1) Los elementos esenciales del átomo son tres: electricidad positiva, neutrón y electricidad negativa.

2) Estos tres elementos en su forma de constitutivos del átomo son los que propiamente deberían llamarse *átomos*, pues son entes indivisibles: electrón, neutrón y positón; pero si se tiene en cuenta que cada uno de ellos no subsiste aisladamente sino durante un lapso extremadamente pequeño y que en cambio el conjunto estable que esos tres elementos forman, sí constituye algo indivisible, tiene por consiguiente la característica del átomo; pero a su vez téngase en cuenta que cada uno de esos elementos componentes, que sólo duran brevísimo tiempo, tampoco pueden ser divididos, ni por métodos mecánicos ni por elucidaciones matemáticas si se tiene en consideración el principio de Plank referente a los *cuantos*.

3) Epicuro de Gargeta, en las extensas obras que escribió sobre física, amplió las teorías de Demócrito de Abdera y dio el nombre de "átomo" a los elementos constituyentes de la materia que este último filósofo había imaginado; palabra cuyo significado original es el de "indivisible". (Siglo tercero a. de J. C.).

4) Las proporciones en que entran los dichos tres elementos son diferentes y definidas para cada sustancia o cuerpo simple; pero al enunciar esto, se presenta a la imaginación el interrogante de saber cómo los hombres han podido llegar a este conocimiento sabiendo que las sustancias son muchas y diversas y que el átomo de una cualquiera de ellas es de una pequeñez tan extremada que hoy se admite, por todos los físicos, que el átomo puede estar contenido dentro de una esferita cuyo diámetro tenga 3 décimas de una MILLONESIMA de milímetro.

5) La primera manifestación de que cada cuerpo es el conjunto de elementos pequeñísimos, se presenta a la imaginación en el vapor de agua y en su condensación, fenómeno que se experimenta en la manipulación de los alimentos por medio del fuego. Después del vapor se presenta a los estudiosos la consideración de los gases. Y fueron los químicos los que primero concibieron la necesidad de la existencia del átomo.

6) La química nació bajo el deseo avaricioso de trasmutar sustancias para trocarlas en oro; pero algunos hombres comprensivos ya no persiguieron el oro en esas manipulaciones, sino la ciencia y después de concentrado estudio clasificaron las combinaciones de los cuerpos simples y observaron el hecho de que las propiedades de los elementos son funciones periódicas de los pesos atómicos, de lo cual pudieron deducir que los átomos de los diferentes elementos pueden considerarse como agregados de alguna sustancia fundamental; así fue como hacia el año de 1666 el sabio irlandés Roberto Boyle dijo en sus escritos que él consideraba que los átomos debían estar todos constituidos por la misma materia, que las moléculas estaban compuestas por agru-

paciones de átomos y que las distintas agrupaciones constituían las diferentes sustancias.

7) Por los años de 1804, Juan Dalton, el famoso químico inglés que había descrito su defecto visual que desde entonces se llama *daltonismo*, declaró que los compuestos químicos tenían fácil explicación si se admitían los átomos. Reuss en 1807 descubrió la ósmosis eléctrica, lo que demostraba la constitución granular de la electricidad y por esa misma época el químico francés José Luis Prout (1754-1826) descubrió las proporciones exactas entre los pesos de los componentes químicos.

8) En los comienzos del siglo XIX el fenómeno de la electrólisis (nombre que más tarde se debió a Faraday) preocupó grandemente a los sabios que vivían en esa época; Juan Ritter, que murió en 1810, químico alemán, es tenido por el principal precursor de los descubrimientos de entonces; Parrot, físico ruso; Grotthuss, físico alemán; Davy, químico inglés, expusieron notables teorías sobre la electrólisis; Juan Jacobo Berzelius, químico sueco, fue muy original y acertado: por el año de 1812 emitió la *teoría dualística*, que enuncia que cada átomo debe estar compuesto de cantidades iguales de electricidad positiva y de electricidad negativa. Hacia 1815 el médico inglés Guillermo Prout pensó que la sustancia fundamental que daba origen a los átomos, conforme a lo que había pensado Boyle, podría ser el hidrógeno; idea bastante acertada conforme a estudios recientes, pero que entonces se desechó porque los pesos atómicos de los cuerpos simples no resultan múltiples del peso atómico del hidrógeno.

9) Miguel Faraday, inglés también, al estudiar la electrólisis encontró que había una clara dependencia entre la electricidad y los átomos; Faraday fue el hombre eminentísimo que estudió y comprendió mejor que ningún otro de su tiempo, todas las cualidades y características de la electricidad; a él se deben los términos *electrodo, ánodo, cátodo, ión, anión, catión, electrólisis*, y dio las bases a Maxwell para el estudio matemático del electromagnetismo que estableció la teoría de los campos y de cuyas ecuaciones se ha dicho que parecen haber sido escritas por un dios. En 1833 Faraday descubrió que cuando la electricidad pasa por una solución que contenga el compuesto de un elemento, siempre aparece sobre un electrodo una cantidad de elemento proporcional a la cantidad de electricidad puesta en acción, cualquiera que sea la concentración del compuesto disuelto; esto hizo pensar que cada átomo va acompañado siempre de la misma cantidad de electricidad, lo que se comprobó cuando se supo que los elementos bivalentes transportaban doble electricidad de la que acarreaban los monovalentes.

10) Después la observación de las corrientes eléctricas enviadas a través de tubos de cristal más o menos vacíos, ocupó por varios años a renombrados hombres de ciencia; el que mejores éxitos tuvo fue el londinense Guillermo Crookes, cuyos resultados se conocieron hacia el

año de 1879. Tales tubos permitieron estudiar el comportamiento de los gases con respecto a la electricidad.

11) La hipótesis de que los átomos tenían dos cargas de electricidad iguales pero de signos opuestos, enunciada años antes por Berzelius como quedó dicho, explicaba el comportamiento electrolítico de los gases suponiendo que una de las cargas, bajo la influencia del campo eléctrico, se desprendía del átomo y vagaba aislada o se unía a otro corpúsculo, con lo cual quedaba manifiesta la carga contraria en el átomo abandonado y la opuesta a ella en la electricidad desprendida o en el corpúsculo donde se hubiera alojado. Estas cargas eléctricas desprendidas se llamaron *electrones* y podían ser positivos o negativos; los corpúsculos que resultaran electrizados, de un modo o de otro, se denominaron *iones*, palabra que significa *andantes* porque se mueven atraídos por las placas cargadas de electricidad contraria a la que llevan. Esta palabra electrón significó después solamente corpúsculo u átomo de *electricidad negativa*, porque los experimentos eléctricos que en ese entonces se hacían se explicaban matemáticamente considerando en el flujo eléctrico la electricidad como un ente *negativo* susceptible de cambiar de signo. Modernamente se han hecho patentes tanto el corpúsculo de electricidad negativa como el de electricidad positiva; pero aún hoy, cuando no se expresa lo contrario, se entiende por electrón el corpúsculo negativo, pero en ciertos casos, para evitar circunloquios o confusiones, se ha convenido en llamar NEGATON al electrón negativo y POSITON al electrón positivo.

12) Entre los rayos que se producen en los tubos de Crookes están los catódicos que son invisibles pero que excitan la fosforescencia de los cuerpos en que chocan; Felipe Lenard, alemán establecido en Inglaterra, entrevió que estaban constituidos por un flujo de partículas cargadas de electricidad negativa, propiedad que fue demostrada elegantemente por Perrin, físico francés.

13) Lenard hizo ver que los rayos mencionados se propagaban también en el aire y que impresionaban las placas fotográficas, lo que hacía pensar que en vez de ser corpúsculos materiales cargados de electricidad, debían tenerse como vibraciones u ondulaciones del éter; años más tarde se ha demostrado la conmutación de ondulaciones en partículas; también hizo ver que atravesaban delgadas hojas de metal. Guillermo Conrado Roentgen prosiguió en estos estudios y encontró los rayos de su nombre o rayos EQUIS que causaron grande admiración en todo el mundo; las memorias al respecto fueron rendidas de diciembre de 1895 en adelante.

14) Por esos distantes años los físicos también encauzaron su atención hacia los cuerpos *radioactivos*: en 1896 Enrique Becquerel, francés, que estudiaba la fluorescencia y la fosforescencia, descubrió que las sales de uranio emitían radiaciones semejantes a los rayos X y que ionizaban los gases. Ya Niepce de Saint Victor había descubierto en 1867 que las sales de uranio impresionaban las placas fotográficas. Varios científicos estudiaron los rayos procedentes de las sales de uranio, pero los que obtuvieron mayores éxitos fueron los esposos Curie.

15) Estos estudios establecieron que los cuerpos radioactivos emitían tres clases de radiaciones, esclarecidas por el campo magnético: rayos ALFA, rayos BETA y rayos GAMMA. Los rayos gamma son de la misma clase de los rayos-X pero con longitudes de onda más pe-

queñas; se logró seleccionarlos por su distinta penetrabilidad. Esto acaecía entre los años de 1900 y 1903. Estos rayos ALFA, BETA y GAMMA han constituido la clave para averiguar el interior de los átomos.

16) En 1904 Guillermo Ramsay, químico inglés, recibió el premio Nobel; en el año anterior él y Soddy, otro premio Nobel, examinando las emanaciones de radio, que llamaron *nitón* o *radón*, descubrieron que se transformaban en helio, lo que dio a conocer la transmutación de los elementos y corroboró la idea de que la constitución del átomo estaba compuesta por la electricidad, porque lo que se había separado del radio eran corpúsculos ALFA que son electrones positivos y de eso se había formado el helio.

17) Ahora hay que mencionar dos aparatos preciosos para el análisis del átomo: por esa época los sabios Wilson y Geiger inventaron, cada uno por separado, dos aparatos que permiten ver y aún oír los corpúsculos que brotan espontáneamente de los cuerpos radioactivos y que son parte de sus constituyentes: la cámara de Wilson y el detector de Geiger; este fue perfeccionado hasta hacerlo apto para contar los corpúsculos y se llama contador Geiger-Müller; permite ver los corpúsculos eléctricos como chispas; la cámara de Wilson hace visible el camino que trazan esos corpúsculos al moverse en el ambiente, caminos que son como líneas que pueden fotografiarse; tales caminos son modificables por medio de campos magnéticos y de campos eléctricos convenientemente dispuestos y de características conocidas; el estudio de la fotografía de esas líneas modificadas o no por los campos y teniendo en cuenta las características de éstos, da a conocer la clase del corpúsculo que las trazó, la velocidad que llevaba, la vida del corpúsculo, los choques con otros y las transformaciones que de esos choques resultaron. Esos aparatos, por consiguiente, dieron la manera de analizar lo que se escapa de los átomos.

18) De 1913 a 1920 se realizaron los estudios de J. J. Thomson y los de Aston; ya desde 1897 Thomson había imaginado su célebre método para determinar la masa, la carga y la velocidad de las partículas de los rayos catódicos identificadas como electrones; inventó un ingenioso aparato para estudiar los rayos positivos. Aston construyó su *espectrógrafo de masa*; Dempster le introdujo perfecciones y estos tres sabios hallaron los isótopos y sus respectivas proporciones con lo cual se conoció que los pesos atómicos hallados por procedimientos químicos eran promedios de números enteros, lo que confirmaba el agrupamiento de los elementos constituyentes conforme a lo previsto por Prout.

19) Ya se dijo que a comienzos del siglo actual los experimentadores habían descubierto que los cuerpos radioactivos producían tres clases bien definidas de rayos: los rayos ALFA, BETA y GAMMA y que estos últimos eran de la misma naturaleza de los rayos-X y estos podían producirse de diferentes longitudes de onda, lo que los hace más o menos penetrantes. Ahora diremos que con los rayos mencionados se pudo penetrar en el interior de los átomos y hacer saltar de ese interior elementos que se podían analizar por medio de las fotografías de la cámara de Wilson; estando los estudios en este estado, se presentó a la imaginación la necesidad de idear modelos de átomos para concatenar los resultados de los experimentos.

20) Thompson ideó un modelo, imaginándolo como una esfera de electricidad positiva, rodeada de capas concéntricas de electrones superpuestas unas a otras; Lenard ya había ideado antes otro modelo; el de Thomson era distinto; el sabio japonés Nagoaka imaginó otro; después vinieron los de Rutherford y Bohr.

21) Ernest Rutherford había publicado en 1911 un informe sobre sus experimentos que demostraban que el átomo tiene en su interior una parte densamente cargada de electricidad que denominaba "carga central" y que en escrito posterior le dio el nombre de "núcleo" que ha prevalecido hasta hoy.

22) Rutherford, en su laboratorio en la Universidad de Mánchester en Inglaterra, tuvo la colaboración de eminentes científicos entre otros Hans Geiger y la de E. N. da C. Andrade, de cuyo escrito intitulado "El Nacimiento del Atomo Nuclear" publicado en la entrega de noviembre de 1956 de la revista *Scientific American* de New York, hacemos a continuación un resumen.

23) Uno de los acontecimientos que han hecho época en la historia de la ciencia fue la teoría de que el átomo incluía un núcleo. Esta prominente idea enunciada por la gran figura que dominaba entonces la ciencia atómica, Ernesto Rutherford, aunque causó discusiones y comentarios, no produjo las apreciaciones debidas.

24) Las circunstancias científicas que antecedieron a la idea de Rutherford ya fueron mencionadas al comienzo de este relato. Andrade menciona al físico holandés Hendrik A. Lorentz (el precursor de la Relatividad), que al estudiar *el efecto Zeeman* que es el despliegue de las líneas espectrales por la acción de un campo magnético, había deducido que los electrones del átomo debían tener movimientos regulares en el interior de él, pero no mencionó en qué forma.

25) Añade Andrade que Philip Lenard de la Universidad de Heidelberg fue más explícito porque demostró que la absorción por la materia de electrones con velocidades definidas era aproximadamente proporcional a la masa de la materia atravesada, ya fuera ésta leve o densa como el aire u oro; este hecho sugería que todo átomo contenía indefectiblemente algún elemento eléctrico común, o por lo menos partículas electrizadas, en cantidad proporcional a la masa del átomo. Más tarde el mismo Lenard descubrió que aunque pequeñísima parte del átomo detenía los rayos catódicos suaves, la mayor parte era transparente a ellos, y explicaba esto suponiendo que el átomo contenía diminutos centros de fuerza que llamó "dinamidos", cada uno compuesto por un electrón y una carga positiva en estrecha proximidad; así el átomo venía a ser una configuración de *dinamidos* y en ella se tiene otro modelo de átomo.

26) Joseph Kohn Thomson propuso otro modelo en el que adoptaba una sugestión de Lord Kelvin, imaginaba el átomo como electrones embebidos en una esfera de electrificación positiva que ocupaba todo el volumen del átomo, pero en caso de moverse estos electrones, el modelo no tenía en cuenta las dificultades provenientes de las clásicas leyes de la electrodinámica; además Thomson intentó relacionar la estructura de su átomo con las propiedades químicas periódicas, y para eso ideó que los electrones estuvieran dispuestos en anillos girando dentro de la esfera positiva; la disposición gradual de los anillos presentaba una clara analogía con el

sistema periódico. Una mayor dificultad recaía sobre este modelo: una carga eléctrica en movimiento debía irradiar ondas electromagnéticas y por consiguiente perder energía; si los electrones se movían perdían energía y por consiguiente sus órbitas debían estrecharse cada vez más y más hasta el acabamiento.

27) Otros bien conocidos físicos se dieron también a idear átomos: el del japonés Hantaro Nagaoka consistía en una carga central positiva rodeada de un anillo de electrones, semejante al planeta Saturno.

28) Así estaban los asuntos en mayo de 1911 cuando Ernesto Rutherford, entonces profesor en la Universidad de Mánchester, publicó el trascendental escrito que puso ante el mundo el átomo nuclear; llevaba por título "La Dispersión por la Materia de las partículas Alfa y Beta y la Estructura del Atomo"; era un informe sobre los resultados de una serie de experimentos del bombardeo sobre hojas de metal por la proyección de partículas.

29) El asunto primordial era la explicación de las inesperadas y variadas desviaciones de esas partículas al bombardear la materia: cuando un chorro de partículas alfa se disparaba sobre una delgada hoja metálica, de oro por ejemplo, muchas de las partículas atravesaban la hoja rectamente; otras salían desviadas, en algunas ese desvío formaba un ángulo considerable con respecto a la dirección del disparo; otras rebotaban emergiendo de la faz de la hoja en que habían dado. Los modelos de átomos hasta entonces ideados no explicaban satisfactoriamente estos desvíos y entonces Rutherford propuso un nuevo esquema cuya imagen consistía en una carga central que después en otro escrito llamó *núcleo*. Este núcleo central permitía explicar las deflecciones ya fuera por atracción o por repulsión; podía pues ser eléctricamente positivo o negativo. Aplicando el cálculo de probabilidades halló que el número de partículas rebotadas era proporcional al peso atómico del material de la hoja y a su delgadez, ambas cosas eran fuertes argumentos en favor del átomo nuclear.

30) Pero el escrito no produjo sensación especial en el mundo de los físicos. Andrade estaba entonces estudiando en Heilderberg con Lenard por profesor y dice que allá el ambiente era verdaderamente ávido por la física atómica y electrónica, que causó grandísimo interés la primera publicación de C. T. R. Wilson sobre su cámara de niebla, pero que no recuerda que hubiera habido algo semejante sobre los escritos de Rutherford; agrega que hojeando la revista *NATURE* del año de 1911 no encontró mención de sus escritos, sólo una referencia a la dispersión de las partículas en breve y rutinaria nota relativa a una conferencia en que se dio noticia de ello y pronunciada por Rutherford el 7 de marzo en la *Sociedad Literaria y Filosófica* de Mánchester. De manera análoga en la revista *Science* pasó también inaudido aquel escrito que señaló una época.

31) El hecho es que en 1911 la estructura del átomo no fue tenida en cuenta por la mayoría de los físicos; parecía que se considerara como un inaccesible y especulativo problema, en algo semejante al de la vida en otros planetas. Nadie se interesó por la emisión de las partículas alfa.

32) Quizá la misma reticente actitud de Rutherford pudo haber sido una de las causas de haber dado tan es-

casa acogida al advenimiento del átomo nuclear; en el libro que publicó dos años después, en 1913, *Sustancias Radioactivas y sus Radiaciones*, solamente le dedica dos pasajes a la estructura del átomo, entonces fue cuando dio el nombre de *núcleo* a lo que había llamado *carga central*, pero aun no especificaba el signo de esa carga; el segundo pasaje, hacia el final del libro y probablemente escrito con posterioridad, es más explícito, porque establece definitivamente que la carga es positiva y el resto del átomo es como una distribución de electrones.

(En 1910 Forest había construido la válvula electrónica que hacía ver que la facilidad de desprendimiento de los electrones daba motivo para pensar que debían estar en la periferia del átomo).

33) Con estas palabras inició Rutherford la cuestión de la estructura del átomo: "Indudablemente el centro del átomo cargado positivamente es un complicado sistema en movimiento, que consiste en parte de átomos cargados de helio e hidrógeno" y añade: "Eso parece como si los átomos de materia cargados positivamente se atrajeran los unos a los otros cuando están a muy pequeñas distancias, de otro modo es difícil comprender cómo las partes componentes se ligan unas a otras en el centro". Planteó así Rutherford el problema de las misteriosas fuerzas que aglutinan el núcleo, el cual hasta hoy, después de 40 años, es uno de los más difíciles entre todos los problemas de la física atómica.

34) Aunque los físicos del mundo tomaran con calma el descubrimiento del átomo nuclear, en el laboratorio de Rutherford hubo siempre entusiasmo, lo que generaba especial fermento. En la primavera de 1912 Niels Bohr, de Copenhague, llegó al laboratorio de Mánchester y encontró a los laboratoristas llenos de entusiasmo ante las amplias perspectivas abiertas por el descubrimiento. El mismo Bohr había llegado encendido también por idéntico empeño, empleó algunos meses trabajando en ese laboratorio y se convenció de la corrección y de las grandes posibilidades del modelo nuclear del átomo.

35) Después de su permanencia en Mánchester, Bohr publicó en julio de 1912 un escrito en que firmemente establecía la estructura del átomo como consistente en un núcleo circundado de electrones; también dedujo que el hidrógeno tiene una carga positiva de una unidad y que el helio tiene dos.

36) Poco después Antonio van der Broek, de Holanda, enunció el principio de que el átomo tiene una carga nuclear igual al *número atómico*. También por esa época Casimiro Fajans en Alemania, Federico Soddy y Alejandro Russell en Inglaterra, independientemente, formularon la ley que rige la transmutación del átomo por desgaste radioactivo: "cuando un átomo emite una partícula alfa (la cual contiene dos cargas positivas) desciende dos lugares en la tabla periódica; cuando emite una partícula beta, asciende un lugar".

37) También a Soddy se le debe la palabra "isótopos". La correcta relación entre la carga nuclear y el número atómico fue manifiesta por el hermoso trabajo del físico inglés G. H. Moseley (que pereció en 1915 a la edad de 27 años, en la batalla de Galípoli) quien por sistemáticos experimentos demostró que cada elemento del átomo cuando es excitado para producir rayos-X, los que emite tienen una longitud de onda caracterizada por el

número atómico de la sustancia; también se obtuvo con esto el conocimiento de que hay en el átomo zonas internas de diferentes potenciales, las que fueron designadas con las letras K, L, M, N, O, P.

38) En 1913 Bohr publicó tres escritos revolucionarios en física por los cuales aplicaba la teoría de los cuantos a las órbitas de los electrones que debían circundar al núcleo y explicaba la emisión de luz y rayos-X por el cambio de una órbita a otra en concordancia con los cuantos de Planck.

39) Pero al admitir las órbitas de los electrones se tropezaba con la dificultad que provenía de las leyes establecidas en electrodinámica; empero Bohr proclamó que las clásicas leyes de la electrodinámica no tenían por qué ser aplicadas en el interior de los átomos.

40) Estas órbitas de Bohr explicaron muchas de las propiedades del átomo; pero en la actualidad las órbitas han sido reemplazadas por una especie de atmósfera que representa la probabilidad de encontrarse el electrón en determinada posición porque así se explican mejor algunos fenómenos; pero a pesar de esto la actividad de los estudios atómicos continúa considerando las órbitas reguladas por condiciones cuánticas.

41) Durante la primera guerra mundial fue tomando cuerpo el átomo nuclear, aunque no se entrevió su importancia; en el conocido libro de Norman B. Campbell, *Modern Electrical Theory* publicado en 1913 no se menciona el átomo de Rutherford; en 1915 Pieter Zeeman, descubridor de *efecto Zeeman*, se refiere en una parte a los modelos de átomo imaginados por James Jeans, Joseph Larmor, Lenard, Nagaoka y Bohr y añadía que en la explicación de los espectros luminosos, los modelos de Thomson y de Ritz parecían los aceptables; Owen Richardson en su *Electro Theory of Matter*, obra modelo en su género, consagra casi todo un largo capítulo a la estructura del átomo de Thomson; en las últimas páginas menciona el átomo nuclear y hace breves consideraciones sobre los trabajos de Bohr, pero sí comenta, aunque no desfavorablemente, la contradicción con los principios aceptados en física eléctrica.

42) Hasta aquí el resumen del escrito de Andrade, físico y escritor que trabajó con Lord Rutherford en 1913 y que participó en muchos de los eventos que relata en este estudio; profesor de física en la Universidad de Londres; descubrió la ley Andrade sobre resbalamiento molecular metálico; escribió una historia de la ciencia y es experimentado lingüista y poeta. Nació en Londres en 1887 de familia con ascendencia portuguesa; desde 1935 es miembro de la Royal Society.

43) La hipótesis del átomo nuclear, aunque muy bien fundada, necesitaba entrar en el período de comprobación que ha dado buenos resultados pero que aun continúa. El comportamiento de los cuerpos radioactivos y la producción controlada de Rayos-X proporcionaron los instrumentos para penetrar dentro del átomo y averiguar mucho sobre su constitución; así Rutherford en 1919, por medio de los rayos o partículas alfa que sabía aplicar con suma habilidad, produjo la desintegración del átomo de hidrógeno: tenía un electrón y un núcleo que recibió el nombre de PROTON y que debía contener la carga positiva que contrarrestaba al electrón.

44) Sommerfeld aplicó las teorías orbitarias de Bohr con éxito completo al electrón del hidrógeno lo que se

comprobó por las rayas del espectro. Para otros átomos con varios electrones la aplicación de estas teorías son de una complejidad desconcertante y no se han llevado a cabo.

45) El número atómico del hidrógeno es UNO; el del helio es DOS, su análisis dio DOS electrones, pero no pudo deducirse que estuviera formado por DOS átomos de hidrógeno, porque su peso no era doble del peso del oxígeno sino cuádruple, debía tener por consiguiente DOS protones más en el núcleo pero neutralizados con dos electrones negativos; esos protones así neutralizados se llamaron NEUTRONES. Pero tales nombres de NEUTRON y PROTON no comenzaron a usarse sino cuando Chadwick, en febrero de 1932, publicó en *Nature* una nota con el título de "La posible existencia del neutrón". Años antes ya habían estudiado este asunto Bothe y Becker en Giesen, Alemania; Joliot y su esposa Irene Curie, en Francia, también adelantaron estos estudios (Enero de 1932).

46) Geiger y Marsden en el laboratorio de Rutherford, contando los destellos producidos por partículas alfa en una pantalla de sulfuro de zinc y valiéndose de las fórmulas de Rutherford basadas en la teoría de las probabilidades, hallaron que las cargas positivas *libres*, o sea los protones, de diferentes sustancias eran en número *próximamente* iguales a la mitad del número que indica su peso atómico; van der Broek y Laue estudiaron este punto y establecieron que "la carga positiva del núcleo viene expresada por el número atómico".

47) La "ley del desplazamiento" en la radioactividad expresa que la salida de una *partícula beta* (negativa) del núcleo hace avanzar *un* puesto en el número atómico al elemento resultante; la emisión de una *partícula alfa* hace retroceder al cuerpo resultante en *dos* puntos.

48) El espectro de alta frecuencia que tuvo su origen en los estudios de Moseley y que Thibaut también produjo por medio de superficies rayadas, hizo conocer los diversos niveles de energía de los electrones que acompañan al núcleo y condujeron a Bohr a cocebir los electrones periféricos del átomo como dispuestos en estratos de diversos niveles; pero recordemos que al principio Bohr había supuesto que los electrones se movían en órbitas; al respecto escribe Castelfranchi: "Esta hipótesis se tuvo que rechazar en seguida, de modo que los dibujos de aquellas órbitas deben interpretarse como simples diagramas esquemáticos para ayudar a la imaginación".

49) En 1922 Bohr pudo formular la distribución completa de los electrones en los diversos estratos: en el K, 2; en L, 2 y 6; en M, 2, 6 y 10; en N, 2, 6, 10 y 14. Los átomos cuyos electrones no se ajustan a estos números, llevan en la capa más externa los electrones que aun no completan un substrato. Esta distribución de los electrones está, implícitamente, conforme a una ley encontrada por Pauli llamada "Principio de exclusión".

50) En 1928 G. Beck, de Viena, demostró que también la estructura del núcleo debe obedecer al principio Pauli (Castelfranchi, *Física Moderna*).

51) Esta disposición de los átomos periféricos en órbitas que cambian por cuantos, explica satisfactoriamente la presencia de las rayas en el espectro luminoso; sin embargo, para la presencia de las rayas finas del espectro

hubo necesidad de dotar a los electrones de *spin* o sea de giro cuántico sobre sus ejes, giro que producirá los *magnetones*.

52) De los estudios anotados someramente se sabe hoy que la parte del átomo que rodea al núcleo está bastante bien conocida; pero en lo referente al núcleo se sabe relativamente poco a pesar de trabajos tan importantes como los que se mencionan a la ligera: Por bombardeo de átomos valiéndose de emanaciones alfa, Rutherford y Chadwick, entre 1924 y 1927 en Cambridge, lograron descomponer en parte el núcleo de algunos cuerpos ligeros; al mismo tiempo en Viena Kirsch, Schmit, Peterson y otros, pudieron hacer salir protones del núcleo; en 1925 P. M. S. Blacket consiguió fotografiar la expulsión de protones. En 1930 se publicó una relación sobre los trabajos de Bothe y Becker en Giesen, Alemania, por los cuales se ha obtenido la expulsión de otra partícula procedente del núcleo, la cual tenía que ser un NEUTRON según la demostración de Chadwick.

53) El 2 de agosto de 1932 Carl D. Anderson tomó una sorprendente fotografía en el Norman Bridge Laboratory (California Institute of Technology) en la que encontró el trazo de un ELECTRON POSITIVO LIBRE; en el Cavendish Laboratory fue confirmado este descubrimiento habiendo bombardeado una lámina de plomo con neutrones procedentes del berilo; Anderson lo había obtenido por la fotografía de un RAYO COSMICO; en 1933 otros sabios comunicaron que se obtenían positrones bombardeando berilo con rayos alfa; el 24 de abril de 1933, en comunicación a la National Academy of Sciences, Anderson informaba por primera vez que electrones libres, tanto positivos como negativos se producen simultáneamente por el impacto de fotones de rayos gamma, suceso notable.

54) Queda pues establecido que los componentes del átomo son tres: Neutrón, Positón y Negatón; es decir, electrones de ambos signos y otro componente que no tiene manifestaciones eléctricas; pero no se sabe a cabalidad cómo están dispuestos esos elementos en el núcleo.

55) Hacia el año 24 se publicaron unas mediciones hechas en rayos gamma emitidos por el radio B y el radio C y se descubrió que en el núcleo también existen niveles de energía que fueron llamados A, B, C, D, E, F, G, pero las diferencias que entonces se encontraron no ofrecen la regularidad de los niveles extranucleares; ya se apuntó que 4 años más tarde Beck demostró que en el núcleo los niveles debían obedecer al principio de Pauli.

56) En su libro de Física Atómica, impreso en Madrid en 1949 el Ing. Mariano G. Salas habla de la formación en el núcleo de *grupos* de partículas alfa, que él llama *subcápsulas* y que en cierto sentido esas cápsulas nucleares pueden considerarse como análogas a las cápsulas de electrones que ocupan el contorno del átomo. Nótese que no se habla de cápsulas concéntricas.

57) Si en el núcleo hay electrones positivos, deberían rechazarse unos a otros, según las leyes de Coulomb, pero el núcleo es estable, por consiguiente es necesario que exista entre ellos una fuerza especial que contrarreste la de repulsión Coulombina; se ha colegido que en el neutrón debe radicar esa fuerza o si no es algún otro componente. El físico japonés Yukawa encontró teóricamente ese ligamento y lo llamó MESON.

58) Las cualidades del meson fueron halladas en un cierto rayo cósmico y se manifestó como un corpúsculo de duración extremadamente corta, milésimos de segundo; Yukawa recibió el premio Nobel por ese estudio. Pero se ignora si el meson hace parte del neutrón o no; el caso es que los investigadores han encontrado hasta el año de 1956, ONCE distintos mésones, 6 mésones pesados y 5 livianos; para distinguirlos se les asignaron distintas letras del alfabeto griego; al notar la variedad de mésones se propuso una clasificación internacional por el Congreso de Radiación Cósmica, reunido internacionalmente en julio de 1953 en Bagnères-de-Bigorre, organizado por la Universidad de Tolosa, con apoyo de la Unesco y bajo los auspicios de la *International Union of Pure and Applied Physicists*. Entonces se mencionaron 12 mésones pesados que se llamaron K mésones o *mesones K*; las letras PI y MU se destinaron para los mésones ligeros y con diferentes índices.

59) En julio de 1957 se conoció otra nomenclatura más sencilla en la que los mésones PI se llamaron PIONES y los indicados con MU se denominaron MUONES; la lista viene encabezada con los más pesados que han recibido el nombre de HIPERONES en los que están comprendidos los XIES, los SIGMAS y los LAMBIDAS y cada uno de estos con modalidades.

60) En este lugar es bueno advertir que las partículas o entes que obedecen matemáticamente a un signo y que luego resultan comportándose como si tuvieran signo contrario, reciben el mismo nombre pero anteponiéndole las sílabas *anti*, por ejemplo Protón y Antiprotón; antielectrón es el positón, se ha hablado hasta de *antimateria*.

61) Hay que advertir que la mayoría de estos corpúsculos que se han llamado elementales, han sido encontrados en los rayos cósmicos y no directamente sobre la descomposición artificial de los átomos. El Prof. P. E. Hodgson, graduado en la Universidad de Londres e investigador, dice: "Muchos científicos piensan que los mesones no están expresamente presentes en el núcleo sino que se forman en el momento de producirse la desmembración del átomo".

62) Las revistas científicas publicadas hacia el año de 1952, se expresaban en estos términos: La estructura electrónica (se refieren a los electrones negativos) del átomo está bien conocida. Se ha encontrado que los electrones se distribuyen espontáneamente en torno del núcleo en grupos conocidos con el nombre de capas ('shells') o estratos; el más profundo sólo puede contener DOS electrones; el próximo únicamente da cabida a OCHO; el siguiente la da para DIECIOCHO no más; etc. En general el estrato n dará cabida solamente a $2n^2$ electrones. Cuando la capa externa se completa según la norma indicada, el cuerpo correspondiente es muy estable y químicamente inerte; p. e. el NEON que tiene 10 electrones que se disponen en dos estratos, uno de 2 y el otro de 8; el SODIO que tiene 11 es químicamente combinable pues en el tercer estrato sólo tiene UN electrón (2-8-1). Pero estos estratos se subdividen a su vez en subestratos o capas conforme al principio de Pauli.

63) Se habla de *órbitas* de conformidad con el lenguaje anterior a la mecánica ondulatoria; hoy es más correcto hablar de *distribución probabilística* en vez de *órbitas*, pero también se usa la palabra ORBITAL acuñada para expresar este caso.

64) Para el núcleo se han ideado varias clases de agrupamientos de las partículas que lo componen; que se han llamado NUCLEONES, a saber: *protón, neutrón, antiprotón*.

65) Todo los modelos de núcleo pueden reducirse a dos clases: *conjuntivos* y *estructurales*. En los conjuntivos se supone que las fuerzas interiores del núcleo se entremezclan y sólo sirven para retener juntas las partículas del núcleo pero sin impedir su movimiento dentro de él, así como un gas frío contenido en un globo o como una gota de agua; en los estructurales los elementos se suponen en determinadas posiciones como las partículas de un cristal, en algunos de estos modelos las partículas pueden formar grupos definidos, con movimientos regulares.

66) La multiplicidad de los modelos de núcleos que se han imaginado indica que el problema de la constitución del núcleo está aun por resolver; para resolverlo se necesitarán muchas investigaciones, tanto experimentales como matemáticas.

67) En la entrega de SCIENTIFIC AMERICAN correspondiente al mes de julio de 1956, hay un artículo sobre diferentes modelos de núcleos, escrito por Robert Hofstadter, profesor de física de Stanford y profesor agregado en Princeton, encargado de construir el primer espectrómetro magnético para el acelerador lineal de Stanford. En ese artículo dice que la estructura del núcleo atómico, cuando se le examina con irradiaciones de electrones de alta energía, se caracteriza por un contorno como cubierto de borriлла y que la densidad decrece de adentro hacia afuera; agrega que individualmente cada protón tiene esa constitución. Pero también presenta OCHO dibujos de modelos nucleares: cinco de ellos con densidad decreciente del centro hacia la periferia, cada uno con diferentes gradaciones de densidad; los tres modelos restantes tienen, el uno densidad uniforme y periferia definida; el otro es también de densidad uniforme pero de dimensión puntual; el tercero es una capa esférica, cerrada, con densidad uniforme, y cuyas superficies de limitación son bien definidas tanto por dentro como por fuera. Menciona el núcleo de capas concéntricas, pero no especifica la distribución de los nucleones dentro de tales modelos; habla del denominado "gota de agua" o "gota esférica", en donde protones y neutrones están agrupados al modo de las moléculas de agua; en este modelo la densidad es uniforme y la superficie es definida; los núcleos de esta clase pueden ser distintos en tamaño pero la densidad debe ser siempre la misma.

68) En la entrega de enero de 1959 de la citada revista *Scientific American* escribe el físico Sr. Peierls* un interesante artículo sobre "El Núcleo Atómico" más ajustado a los recientes estudios; habla de lo necesario que son los modelos de Núcleos para el buen encaminamiento de las investigaciones y de las teorías, y al respecto consigna estas frases:

69) "La selección de un conveniente modelo no es cosa de rápida improvisación; no porque haya carencia

* R. E. PEIERLS es un Prof. de origen alemán; concurreció a los laboratorios de Niels Bohr; estudió con Pauli en Zurich; en Roma con Fermi y en Cambridge bajo la dirección de Dirac. Ha sido profesor en la U. de Birmingham. Trabajó dos años en los laboratorios de Los Alamos.

de ideas; en realidad el desconcierto actual se debe precisamente al exceso de modelos: cada uno tiene éxito en la explicación del comportamiento del núcleo en determinada situación, pero resulta en aparente contradicción con otro exitoso modelo o con nuestras ideas sobre las fuerzas nucleares”.

69A) Peierls comienza sus noticias exponiendo las ideas que hay sobre las fuerzas que deben existir dentro del núcleo para dar estabilidad a los electrones positivos que le componen, pues los positones deben repelerse entre sí. Estas fuerzas diferentes de las eléctricas de Coulomb y de las gravitacionales, se las designa con el nombre de *fuerzas nucleares*. Se supone que estas fuerzas que son coercitivas se producen entre los corpúsculos que se repelen cuando éstos se encuentran a distancias extremadamente cortas y por la consideración de los potenciales entre un electrón y un protón deducen que deben ser muy vigorosas. Empero hace notar que las experiencias de Rutherford para estudiar los núcleos sólo han puesto de manifiesto fuerzas eléctricas y también que hoy se sabe que las fuerzas nucleares entre dos partículas son casi despreciables si la distancia entre ellas es superior a 4 fermis, según dicen. (El fermi vale 10^{-13} cm.; un núcleo pesado tiene unos 15 fermis de diámetro).

70) La supuesta naturaleza de las fuerzas nucleares no ha permitido, a pesar de los experimentos, encontrar la ley que las rige expresable de modo fácil a la manera de la de la gravedad o la de las masas eléctricas. Se concibió esperanza de deducirla cuando se conocieron los trabajos del físico japonés Hideki Yukawa que demostraban que las fuerzas nucleares eran asimilables a una cierta forma de radiación capaz de transportar partículas; predicción que fue confirmada por el descubrimiento del MESON PI. Pero tampoco este adelanto permitió encontrar la definición matemática de tales fuerzas. (Ver §§ 57 a 62).

71) El modelo de “Gota Líquida” que considera Peierls explicaría la relativa lentitud que según las experiencias de Fermi presentan los neutrones exploradores al atravesar un núcleo y las resonancias que en éste se producen, pues si está densamente compuesto de partículas, podría explicarse la conducta del neutrón explorador comparándolo con una bola de golf al penetrar a un recinto lleno de bolas similares, las que le estorbarían el libre curso y a la vez recibirían impulsos y movimientos; pero como en el núcleo las partículas deben estar íntimamente juntas, hay que substituir las bolas de golf por moléculas como de agua y de ahí resulta el modelo de Bohr que a veces también es llamado “modelo de la gota líquida”.

72) Los físicos han vuelto a pensar que el modelo de capas o estratos, que aunque no satisface del todo, es el más apropiado y que quizá pueda recibir modificaciones que lo hagan correcto. Conviene pues dar a conocer cómo han sido ideadas las mencionadas capas: su aplicación, al principio se reducía a la configuración que debían formar los electrones periféricos; después se ha querido aceptarlas para la explicación del núcleo. (Ver §§ 62, 63 y 64).

73) Pauli descubrió el principio de exclusión que limita el número de electrones en una órbita. Todo se basa en considerar los corpúsculos eléctricos como puntiformes, es decir en forma de gránulos pequeñísimos

que describen órbitas como los satélites planetarios. Según Puli no puede haber en cada órbita sino determinado número de electrones cada uno con propiedades distintas de las de los otros; los que las tengan iguales deben estar en otra órbita y las órbitas de las mismas dimensiones han de tener diversas direcciones.

74) Los corpúsculos eléctricos del mismo signo deben repelerse. La repulsión de un electrón satélite cambia continuamente debido a su movilidad, entonces para estudiar su influencia repulsiva se supone que la electricidad del electrón está uniformemente repartida a lo largo de la órbita, lo cual se justifica por la supuesta velocidad del electrón y porque la repulsión alcanza a distancias desmesuradamente grandes en comparación con el diámetro de la órbita. Todas las órbitas del mismo tamaño, desalojadas unas de otras y con su electricidad distribuída, formarán una especie de concha o capa.

75) El mismo físico Bohr fue uno de los primeros en propugnar las capas, pues el Prof. Castelfranchi en su tratado de “Física Moderna” (edición castellana del año 32) dice, después de exponer ideas sobre *los estados estacionarios en todos los átomos*, que las consideraciones anteriores condujeron a Bohr a concebir los electrones periféricos del átomo como repartidos en estratos o niveles distintos; estos estratos, que en alemán se llaman *schalen* y en francés *couches*, fueron denominados también *anillos* cuando, al principio, Bohr supuso que los electrones externos se hallaban repartidos en órbitas circulares concéntricas. “Esta hipótesis se tuvo que rechazar en seguida, de modo que los dibujos de aquellas órbitas deben interpretarse como simples diagramas esquemáticos para ayudar la imaginación”. (Ver parágrafo 49).

76) El mismo autor al hablar de la formación de los estratos por la sucesiva adición de electrones, escribe: “Este problema ha sido abordado y resuelto por Fermi mediante un método estadístico, por el cual se tratan los electrones que circundan el núcleo como si fuesen una especie de atmósfera gaseosa para cuyo cálculo fuesen aplicables las consideraciones estadísticas”. (Ver § 63).

77) Los físicos experimentales en sus trabajos encuentran siempre que las cargas eléctricas procedentes del átomo están localizadas y no difusas, por lo cual se hace difícil abandonar el concepto del electrón puntiforme. Al respecto Castelfranchi dice: “mientras se abandona el concepto de trayectoria del electrón de los viejos modelos atómicos, no se abandona el de electrón-punto, renunciándose solamente a localizarlo de una manera precisa en el espacio y en el tiempo, o sea a fijar sus coordenadas en función del tiempo”. Y mas adelante agrega: “La nueva Mecánica (la Ondulatoria) no responde, pues, la pregunta de cómo se mueve una partícula, sino a la cuestión de la probabilidad de que una partícula esté en un punto o se dirija en una dirección establecida”. (Ver § 63).

78) El concepto, pues, sobre la forma de las capas del átomo es diverso: para unos es como una superficie de nivel que admite determinado número de corpúsculos eléctricos; para otros es una especie de niebla en cuyo ámbito debe encontrarse el electrón o los electrones que se mueven; para otros ya no son como estratos conti-

nuos, sino una especie de red esferoidal formada por aros de electricidad.

79) Esta última forma tiene su aplicación en el modelo reformado del núcleo denominado "modelo óptico". Este modelo tiene su imagen en una bola de cristal translúcido, no cristalino, pero considerando el carácter ondulatorio de los haces de protones exploradores, o sea considerándolos como rayos luminosos teniendo en cuenta para esto la onda acompañante de la *mecánica ondulatoria*.

80) El modelo óptico explica muchos de los comportamientos del átomo, especialmente la resonancia, pero es incompatible con el supuesto de las violentas fuerzas nucleares (las que unen las partículas que deberían rechazarse). Para encontrar solución a esto se volvió a recurrir al modelo de capas, pero hubo que escoger las capas de red que dejan intersticios que explican el paso de los neutrones.

81) Los anillos que formarían esta capa reticular estarían formados por protones unidos por las fuerzas nucleares y por protones pero obedeciendo al principio de exclusión de Pauli; por otra parte estos satélites nucleares giran alrededor de un centro que debe ser atractivo pero donde no debe haber otro núcleo, porque esto implicaría un círculo vicioso que quitaría fundamento a los raciocinios constructivos. Este centro atractivo podría imaginarse determinado por la mutua atracción de dos corpúsculos diametralmente opuestos, pero se tiene como cierto que los nucleones sólo se atraen cuando están íntimamente cercanos y entonces vuelve a presentarse el inconveniente de la obstrucción del paso de ciertos rayos de neutrones exploradores. Parece también que en nada influye la modificación de la atracción mutua de los corpúsculos diametralmente opuestos, debida a la diferencia o concordancia entre la dirección del *espín* y la dirección de la órbita.

82) El Sr. Peierls termina su artículo con frases como ésta: Un esquema como este (el óptico modificado) resulta de varios otros, en apariencia contradictorios, modelos de núcleo cuyas partes forman un conjunto coherente, cada una apropiada para responder a ciertos interrogantes relativos al comportamiento del núcleo. Pero hay problemas para los que todavía es necesario usar otros modelos, incluso el importante "Modelo Colectivo" desarrollado por Aage Bohr y B. Mottelson de Copenhague.

83) Para poder estudiar la constitución del átomo ha sido necesario sondearlo y aun romperlo; para estos experimentos se han usado, en los comienzos las partículas emanadas espontáneamente de los cuerpos radiactivos; más tarde se emplearon las diferentes partículas atómicas pero aceleradas artificialmente, principalmente los neutrones por ser independientes de la acción de los corpúsculos eléctricos. Para acelerar las partículas exploradoras se han construido aparatos especiales, algunos de ellos, casi todos, son de dimensiones extremadamente grandes; tales son el CICLOTRON, el BETA-TRON, el SINCROTON que puede deshacer núcleos atómicos; hay otros aparatos como los aceleradores lineales que son de menor tamaño.

84) Todo lo que antecede pone de manifiesto que aun no se sabe a cabalidad cómo es el núcleo de los átomos.

85) NUEVO MODELO DE NUCLEO. En años pasados di a conocer un estudio propio sobre la constitución del átomo que incluye la manera de ser del núcleo; está publicado en el revista *Anales de Ingeniería*, entrega número 648, órgano de la Sociedad Colombiana de Ingenieros de Bogotá. El aparte correspondiente tiene el título de "distribución de los elementos del átomo y niveles de energía".

86) La distribución de elementos y niveles de energía en el átomo se basa en la hipótesis de que el átomo esté formado por condensadores esféricos concéntricos y que un electrón, ya sea positivo o negativo, pueda extenderse y cubrir totalmente una diminutísima esfera; el probable proceso de formación del átomo se amolda al principio de los cuantos de Planck. La idea de la distribución superficial de la electricidad se funda en el fenómeno de la distribución de la electricidad estática en las superficies de los condensadores fabricados por el hombre. También conviene admitir que cada capa elemental esférica corresponde a un cuanto de electricidad, o en otros términos, si un electrón ha procedido de un átomo ha sido el resultado de una capa elemental eléctrica que se ha desprendido y ha tomado una conformación puntual, como cuando se rompe una pompa de jabón y resulta una gotita de solución jabonosa. Sabiendo que los electrones tienen naturaleza ondulatoria, esta transformación es claramente aceptable. Erwin Schrödinger, premio Nobel de 1933, ha escrito: "Con rejillas de cristales (rejillas cristalinas) los físicos han difractado y medido las longitudes de onda de los electrones, neutrones y protones".

87) Se demuestra en electrotecnia que tomando igual a la unidad el coeficiente del poder inductor del dieléctrico, los potenciales en un condensador esférico tienen los siguientes valores:

- en cualquier punto del espacio inferior .. $V = 4\pi\rho\eta$
- en un punto interior infinitamente vecino al dieléctrico $V_i = 2\pi\rho\eta$
- en un punto exterior infinitamente vecino al dieléctrico $V_e = 2\pi\rho\eta$

Fórmulas en donde ρ = densidad eléctrica superficial y η = separación de las dos capas eléctricas, prácticamente igual al espesor del dieléctrico.

88) Si se designa con e la carga de un corpúsculo eléctrico, la cual es constante según la teoría de Planck, buscando la densidad superficial para una esfera de radio interior r y sustituyendo este valor se encuentra:

$$V = \frac{ne}{2r^2} \text{ para la superficie esférica inmediata al dieléctrico, y}$$

$$P = \frac{r^2}{ne} = 2V \text{ para cualquier punto de la región central del condensador.}$$

El potencial eléctrico para un punto cualquiera del condensador y de sus capas eléctricas, será nulo.

89) En el caso de los condensadores elementales del átomo el dieléctrico debe ser el neutrón. Se puede suponer que el dieléctrico toma la forma de una esfera; en la superficie interior estará la electricidad positiva o sea un determinado conjunto de *positones* y en la superficie exterior estarán los *negatones*, cada uno formando una capa. Los potenciales de las capas eléctricas en su límite con el dieléctrico serán $V = ne/2r^2$, positivo

para la electricidad positiva y negativo para la otra; para el espacio del espesor del dieléctrico estos dos potenciales se compensan; por consiguiente si hubiere otro condensador esférico que envuelva al primero concéntricamente, tendrá potenciales respectivamente iguales a los del condensador interno, lo cual es indispensable para la estabilidad del conjunto. En consecuencia llamando $R_1, R_2, R_3 \dots R_x$ los sucesivos radios de las capas de electricidad del mismo nombre en cada condensador, se debe tener

$$V = \frac{K_1}{2R_1^2} ne = \frac{K_2}{2R_2^2} ne = \frac{K_3}{2R_3^2} ne = \dots = \frac{K_x}{2R_x^2} ne$$

Según el principio de Planck, los elementos n, e y el radio R son cuánticos, en consecuencia se puede escribir

$$R_1 = r, R_2 = 2r, R_3 = 3r, \text{ etc.}$$

pero este valor de r no es arbitrario, pues ha de satisfacer también a P cuando hay más de dos condensadores esféricos encerrado el uno dentro del otro; por consiguiente se debe escribir al sustituir el valor de las *erres mayúsculas* de los denominadores:

$$\frac{ne}{r^2} = \frac{K_1}{2r^2} ne = \frac{K_2}{2 \cdot 2^2 \cdot r^2} ne = \dots \text{ de donde } ne = \frac{K_1}{2 \cdot 1^2} ne = \frac{K_2}{2 \cdot 2^2} ne = \frac{K_3}{2 \cdot 3^2} ne = \dots$$

y en consecuencia se debe tener:

$$K_1 ne = 2 \cdot 1^2 \cdot ne, K_2 ne = 2 \cdot 2^2 \cdot ne, K_3 ne = 2 \cdot 3^2 \cdot ne, \text{ etc.}$$

90) Si n , que es el grueso de los dieléctricos, es constante, quedaría como factor común y al eliminarlo se tendrían las ecuaciones correspondientes a las cargas eléctricas de cada superficie; en este caso hay que recordar que el número de cargas positivas es igual al de negativas.

91) Si en cierta región el número e es constante, entonces el número n de armaduras o de dieléctricos es el que cambia, o sea el de *neutrones*, y esto explica la presencia de los isótopos.

Así pues, las expresiones $K_1 = 2 \cdot 1^2, K_2 = 2 \cdot 2^2, K_3 = 2 \cdot 3^2$, etc. dan el número de electrones en las capas 1, 2, 3, etc., tanto de los positivos como de los negativos. Los positivos quedan en la parte interior de cada condensador elemental.

92) Las diferentes regiones ocupadas por los electrones han sido designadas por los físicos con las letras K, L, M, N, O, P.

Para la región K resultan $2 \cdot 1^2 = 2$ electrones

| | | | | | |
|---|---|---|---|--------------------|---|
| — | — | L | — | $2 \cdot 2^2 = 8$ | — |
| — | — | M | — | $2 \cdot 3^2 = 18$ | — |
| — | — | N | — | $2 \cdot 4^2 = 32$ | — |
| — | — | O | — | $2 \cdot 5^2 = 50$ | — |

Etcétera.

93) Cuando sólo hay un condensador la capa exterior de electrones tiene la posibilidad de separarse del condensador lo que se traduce por un aumento en el espesor del dieléctrico y podría escribirse $ne/r^2 = K_1 2ne/2r^2$, o sea $e = K_1 e$ por consiguiente $K_1 = 1$. No habrá sino un electrón, formación que corresponde al hidrógeno.

94) En escritos anteriores se ha demostrado que los condensadores esféricos elementales, siempre que cada unidad de corpúsculo eléctrico los cubra uniformemente, cumplen, punto por punto, con las condiciones de las órbitas de Bohr: la luz y las rayas espectrales se explican por las vibraciones de las capas esféricas; los *SPINS* equivalen a las vibraciones esféricas con determinadas líneas nodales y tienen el mismo fundamento de los *campos magnéticos giratorios*. La invariabilidad del potencial en el interior de la esfera-condensador central permite explicar el fenómeno que en la teoría de las órbitas se denomina "arrastré del Núcleo".

95) Se demostró, pues, que el duplo de los cuadrados de los números consecutivos dan el número de electrones y por consiguiente el de positones, número que equivale al NUMERO ATOMICO el cual resulta igual al número de orden; pero entre esos duplos hay cuerpos intermedios cuyo número atómico varía de unidad en unidad, esto indica la adición concéntrica de un átomo de hidrógeno; los isótopos admitirían un dieléctrico sin carga lo cual constituye un neutrón.

96) EXPLICACION GRAFICA. Para explicar gráficamente la constitución del átomo según condensadores elementales y especialmente la del núcleo, conviene un resumen previo de lo expuesto anteriormente, así:

| | | | | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|----|---|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | = | Números enteros |
| 1 | 4 | 9 | 16 | 25 | 36 | 49 | = | Cuadrados de los Números |
| 2 | 8 | 18 | 32 | 50 | 72 | 98 | = | Duplos de los cuadrados |

ENERGIA DE LOS ESTRATOS K, L, M, etc. DIFERENCIAS DE POTENCIALES

| | | |
|--------|----------------|----------------|
| Para K | $(2-0)/2 = 1$ | $8 - 2 = 6$ |
| — L | $(8-2)/2 = 3$ | $18 - 8 = 10$ |
| — M | $(18-8)/2 = 5$ | $32 - 18 = 14$ |
| Etc. | | Etc. |

97) Se sabe que la suma de los números impares consecutivos es igual al cuadrado del número de sumandos; por consiguiente las cargas de cada condensador elemental se pueden expresar también de este modo:

Primer condensador el central, cada capa $2 = 2(0 + 1)$, electrones o positones.

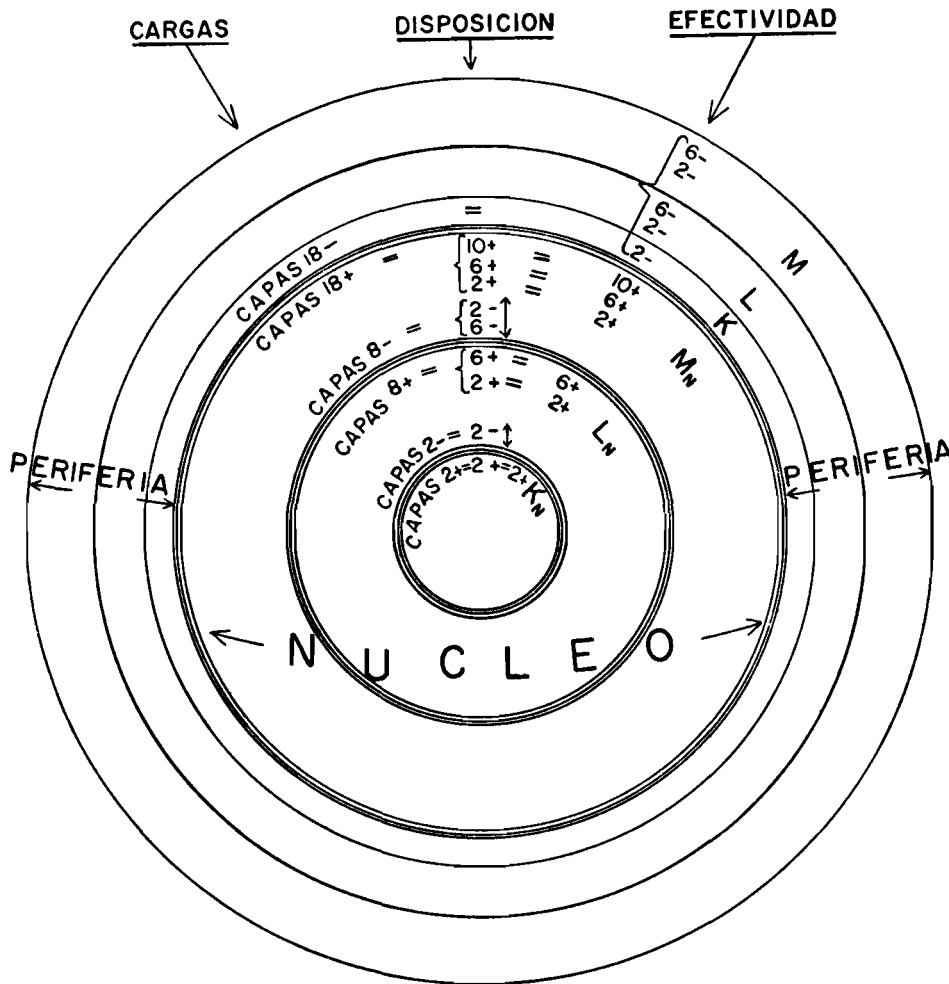
Segundo envolvente, $2(1 + 3) = 2 + 6$, positones en lo cóncavo y electrones en lo convexo.

Tercer envolvente, $2(1 + 3 + 5) = 2 + 6 + 10$, idem. Cuarto envolvente, $2(1 + 3 + 5 + 7) = 2 + 6 + 10 + 14$; y así, de los demás.

98) En la región central del átomo formado por envoltentes condensadores esféricos concéntricos, habrá dos *positones* cada uno formando una capa esférica y ambas concéntricas; en ese espacio central no hay campo de fuerzas.

99) En el espacio intermedio entre el primero y el segundo envoltorio habrá 2 negatones en capas hacia la parte convexa y 8 positones hacia el lado cóncavo; de estos se apartarán dos capas de positones obedeciendo a la atracción de los dos negatones, pero a su vez serán rechazados por las dos capas de positones del envoltorio primero; en consecuencia los dos negatones quedarán entre dos capas de positones y su acción quedará neutralizada; si esto es así los positones del primer intermedio quedarán divididos en dos substratos de 2 y de 6, ($2 + 6 = 8$); entonces las 8 capas de electrones exte-

riores deben disponerse así: 2 para contraponer las dos cargas positivas internas (la zona en donde deben estar se ha llamado la zona K); para contraponer las capas positivas del primer intermedio habrá 2 capas negativas para la de 2 positivas, y los 4 electrones restantes se dispondrán a una distancia tal que su momento sea igual al que debían producir las 6 capas. Al efecto recuérdese lo anotado en el párrafo 91, teniendo en cuenta que el ambiente (vacío llaman algunos atomólogos) es también dieléctrico.



ATOMO DE CONDENSADORES ESFERICOS ANALISIS GRAFICO

100) Entre el primer intermedio y el segundo, en el caso de los átomos que tengan 3 envoltorios, pasará lo mismo pero ya no será un substrato el que hay que contraponer sino dos, el de 2 capas y el de 6; y los electrones periféricos se dispondrán en los estratos K, L y M: K con 2, L con 2 y 6, M con 2, 6 y los restantes; el máximo de estos es 10 en el caso de los estratos K, L y M.

101) Nótese que las energías potenciales aumentan del centro del átomo hacia afuera, pero que las fuerzas atractivas de Coulomb disminuyen según el cuadrado de la distancia y también que las energías aptas para llegar a los estratos del mismo nombre, K, L, M, &, son mayores según que sea mayor el número atómico.

102) Los condensadores elementales de que se habla en este estudio deben ser esféricos para ser estables y además cerrados; los inestables no tendrán estas condiciones y a ellos pueden asimilarse los rayos cósmicos.

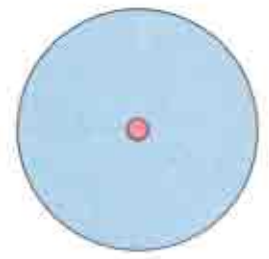
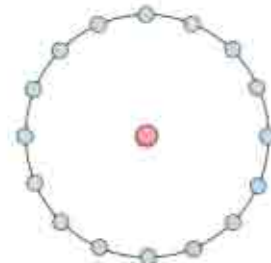
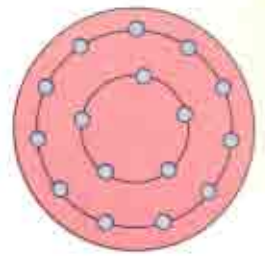
103) Hay que suponer que el dieléctrico de estos condensadores elementales está constituido por el NEUTRON.

104) Las electricidades de signos contrarios que por capas iguales quedan dentro del mismo intermedio, pueden dar origen a los NEUTRINOS y también proporcionar los rayos GAMMA.



Leves

J. J. Thomson



Rutherford

Rutherford

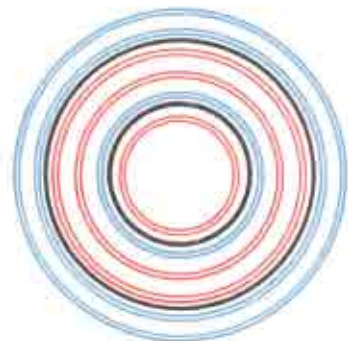
AZUL, electrones negativos.
 ROJO, electrones positivos.
 NEGRO, neutrones.



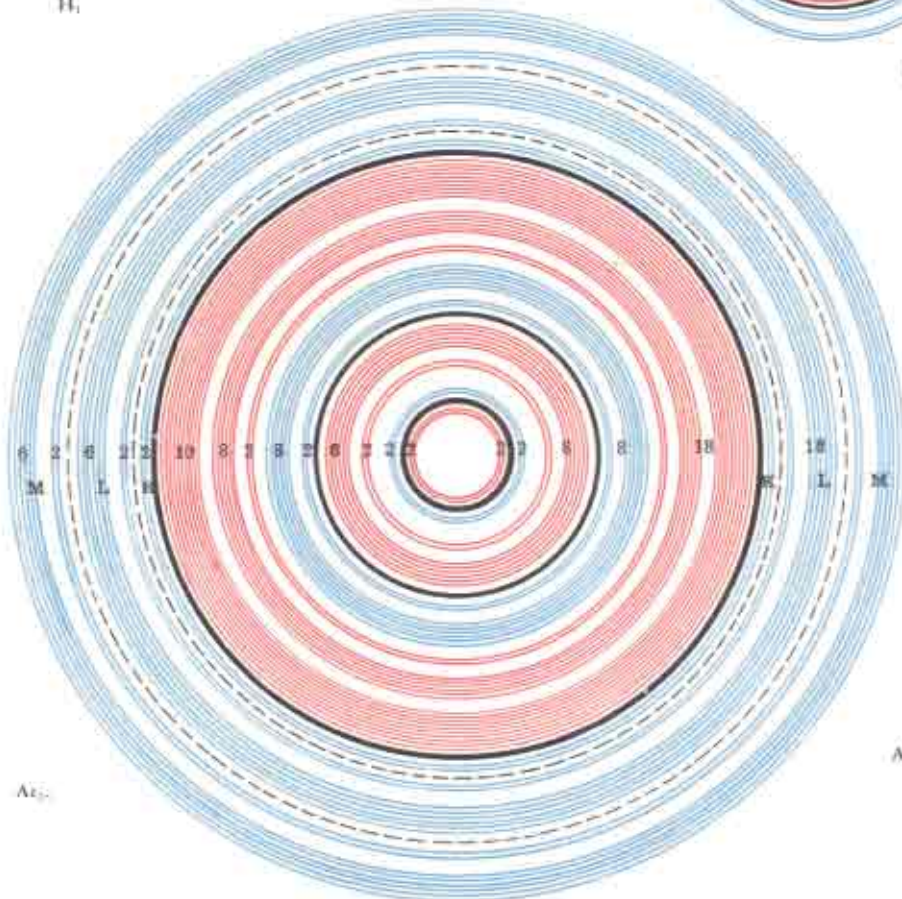
H,



He,



Be,



Ar,

Argon

105) El dieléctrico o neutrón con su carga adherida de dos positones da la imagen de los PROTONES.

106) Los rayos cósmicos dan la impresión de ser fragmentos de átomos y al estudiarlos se ha supuesto que son partes *integrantes del átomo*.

107) En lo dicho de la *constitución condensante* del átomo sólo se han tenido en cuenta aquellos cuyos electrones periféricos están dados por la fórmula del duplo del cuadrado de un número, pero entre $2N^2$ y $2(N+1)^2$ hay $4N+2$ números sucesivos que corresponden a otros tantos números atómicos y por consiguiente a los correspondientes átomos. Esto da a entender que para tales cuerpos hay un envolvente más con los electrones a propósito cuyo número puede modificarse por su distancia al dieléctrico respectivo. Los isótopos deberán admitir un neutrón más sin cargas eléctricas.

108) El Prof. Juan Thibaud en su libro "Vida y Transmutaciones de los Átomos" dice que la concepción teórica del núcleo tiende a descartar los electrones del interior del núcleo o que por lo menos jamás estarían allí en estado libre y que solamente se manifestarían en el momento de su expulsión bajo forma de rayos beta. También en el núcleo existen niveles de energía como dice el Prof. Castelfranchi citando las experiencias de Ellis y Skinner de Londres, entre las cuales menciona el hecho de que en ellas se originan los *rayos gamma* por la transición de un electrón de un nivel a otro. (Ver §§ 50 y 55).

109) RESUMEN. Los investigadores de la ciencia atómica han establecido de manera firme e inconfundible que el átomo está constituido por un *núcleo* que contiene positones; que ese núcleo está rodeado de negatones (electrones) en número igual al de positones del núcleo lo que da neutralidad eléctrica al conjunto; que el número de electrones periféricos es igual al número atómico y que están distribuidos en estratos; que los estratos están constituidos por substratos o capas; que en el núcleo además de positones hay neutrones; que el positón naturalmente unido al neutrón forma el protón; que los protones son emitidos por el átomo radiactivo por pares, fenómeno que se conoce con el nombre de *rayos alfa*.

110) Se ha hecho la suposición de que los neutrones entran en el átomo para completar el peso atómico respectivo sobre el concepto de que el peso atómico es igual al doble del número atómico más el número de neutrones suficiente, pero hasta ahora —a menos que yo lo ignore— no se ha establecido la ley a que este exceso obedece. Por otra parte en el modelo dado de núcleo atómico no entran estos neutrones compensadores sino únicamente en el caso de los isótopos. En estudios publicados hace ya años se estableció una fórmula que explica la procedencia del peso atómico y que da éste en función del número atómico; a continuación se expone.

111) Si se considera que el peso implica la formación de un campo de atracción en su alrededor entonces determinará una DIVERGENCIA, pero el número atómico o sea el número de orden, es independiente del espacio circundante y por consiguiente tiene DIVERGENCIA NULA. Según esto se pueden establecer dos ecuaciones así:

112) El peso implica la formación de un campo de atracción actuante alrededor uniformemente, esto determina una *divergencia* que puede expresarse por

$$\frac{\delta^2 P}{\delta q^2} = K$$

designando con P la manifestación de peso. El número atómico o sea le *número* de elementos que producen el peso es independiente del espacio que está fuera de ellos y por consiguiente su *divergencia* es nula y se tendrá

$$\frac{\delta^2 N}{\delta q^2} = 0$$

Integrando estas ecuaciones para eliminar q se halla una ecuación de esta forma

$$P = aN^2 + bN + c$$

El valor de los coeficientes a , b , c , depende de las unidades escogidas y del proceso de interacción y combinación de las masas de los elementos que componen el átomo. El resultado final da esta igualdad

$$P = 0.0055N^2 + 2.0919N - 1.0894$$

en donde P es el peso atómico, N el número atómico y los valores de a , b , y c , coeficientes numéricos que se obtuvieron del sistema de 3 ecuaciones, las correspondientes al hidrógeno, al oxígeno y al uranio; las dos primeras indispensables por haber sido escogidos esos elementos para definir las unidades.

113) Los resultados que se obtienen con esta ecuación son bastante satisfactorios, aunque se presentan algunas diferencias, que se explican por la presencia de los isótopos y la posible variabilidad de los potenciales de las capas electrónicas que forman el átomo, pues se sabe, según Einstein, que la masa es función de la energía. Para los átomos inestables como los artificiales es por tanto inaplicable.

114) Es menester tener en cuenta que para establecer esta teoría de los estratos esféricos *condensiformes*, se demostró previamente que los condensadores esféricos elementales equivalen punto por punto a las órbitas de Bohr; sobre esto hay dos estudios, uno publicado en la revista de la Academia de Ciencias Exactas de Bogotá y en el opúsculo titulado "*La Entidad de la Física*" (año de 1939) y otro en la *separata de Anales de Ingeniería* de mayo 31 de 1954. En cuanto a las propiedades espectrales de las órbitas de Bohr se ha hecho ver que hay propiedades de las capas esféricas eléctricas que producen los mismos efectos: a la hipótesis del "arrastre del núcleo" corresponde la invariabilidad del potencial que existe en el interior de la esfera-condensador central; lo que explican los *SPINS* se explica por vibraciones esféricas con determinadas líneas nodales; la equivalencia entre spins y vibraciones esféricas se funda en el mismo principio de los campos magnéticos giratorios. En los escritos citados pueden leerse las demostraciones de esto.

115) ATOMOS ARTIFICIALES. Los sabios e investigadores valiéndose de dispositivos y aparatos especiales contruidos a propósito, pueden manejar los elemen-

tos del átomo de modo sorprendente y darles velocidades y energías verdaderamente grandes; encauzados esos elementos como chorros sutiles y poderosos, pueden dirigirlos como los bomberos sus potentes chorros de agua. Los sabios disgregan los átomos conocidos y libertan de este modo cantidades increíbles de energía; también pueden fusionar unos átomos con otros para formar nuevos átomos de masa menor que la suma de las masas de los componentes y dejar que la masa faltante se manifieste en forma de energía demoledora. También pueden agregar elementos constitutivos a determinados átomos y así formar sustancias nuevas; de este modo han fabricado átomos nuevos, de vida efímera eso sí, pero de pesos moleculares mayores de los de formación natural conocidos hasta 1914.

A continuación va la lista de esos átomos nuevos; hasta el año indicado se conocían 92 cuerpos simples hallados en la naturaleza que se numeraron de 1 a 92; esos números son los números atómicos y están relacionados sucesivamente con los pesos atómicos; el 92 es el uranio y su peso atómico es 238.

Los cuerpos nuevos artificiales son:

| | | |
|-----------------|---------|---|
| N = 93 Neptunio | P = 237 | Del bombardeo de uranio con neutrones. |
| 94 Plutonio | 239 | Del uranio por absorción de un neutrón. |
| 95 Americio | 241 | Del plutonio bombardeado por uranio. |
| 96 Curio | 242 | De bombardear uranio por plutonio. |
| 97 Berquelio | 243 | Del americio irradiado con heliones. |
| 98 Californio | 244 | Del bombardeo de curio con heliones. |
| 99 Einstenio | 247 | Bombardeando uranio |
| | 247 | Bombardeando uranio 238 con nitrógeno. |
| 100 Fermio | 254 | |
| 101 Mendelivio | 256 | Bombardeando einstenio con partículas alfa. |
| 102 Nobelio | ? | Bombardeando curio con iones positivos. |

El neptunio (93) fue dado a conocer en 1947 por el más famoso y uno de los primeros sabios que trabajaron en la síntesis de átomos nuevos, el Dr. Glenn T. Seaborg; en ese mismo año se encontró neptunio natural en el Congo Belga; es radiactivo y su vida se ha calculado en 2.250.000 años; se obtuvo bombardeando uranio con neutrones o por isótopos que emiten rayos beta.

El plutonio (94) fue importantísimo en la producción de la bomba atómica; resulta del uranio por la absorción de un neutrón.

El einstenio (99) se obtuvo en el Ciclotrón de Berkeley bombardeando el uranio 238 con átomos de nitrógeno. Intervinieron muchos experimentadores.

El nobelio (102) fue producido en el Instituto Nobel de Estocolmo bombardeando curio con iones de carga positiva acelerados por medio del ciclotrón; su duración no pasa de 12 minutos.

El berkelio (97) se obtuvo irradiando americio con heliones de gran energía acelerados en el ciclotrón.

El californio (98) resulta del bombardeo de curio con heliones de gran energía.

El mendelivio (101) proviene del bombardeo del einstenio con partículas alfa.

También se han obtenido isótopos de los átomos artificiales; así del einstenio se han producido hasta cuatro isótopos. Generalmente proceden del bombardeo con partículas alfa y con deuterones sobre los elementos sintéticos.

116) OTROS CUERPOS ARTIFICIALES. Hay otros cuerpos artificiales que se han considerado como átomos aunque no tienen los mismos elementos que caracterizan a los átomos naturales conocidos. Hasta hoy se conocen los dos siguientes:

117) El POSITRONIO es un átomo artificial formado por un electrón y un positón; procede de un átomo de hidrógeno cuyo protón ha sido reemplazado por un positón; su vida apenas alcanza a menos de DOS DECIMOS de UNA MILLONESIMA de segundo o sea 1.4×10^{-7} de segundo. Se resuelve en fotones.

El MESONICO es un átomo artificial logrado al sustituir en un átomo natural uno de sus electrones por un MESON. Estas experiencias fueron hechas con átomos de diversa naturaleza en el Instituto Carnegie de Tecnología, llevadas a cabo por los Profesores Martin, Mery Stearns, Larry Leipuner y Sergio Benedetti de cuyo escrito ha sido tomada la presente noticia. Los experimentos requirieron sincrociclotrón (synchrocyclotron) para producir proyecciones de mésones negativos y un instrumento en el cual son capturados los mésones por los átomos en observación; de esto resultan rayos-X, cuyas longitudes de onda se conocen mediante un dispositivo a propósito. El conocimiento de estas ondas permite analizar el efecto producido por el meson introducido en el átomo.

119) Estos experimentos con mesones se hicieron con el fin de averiguar la constitución de los núcleos; al hacer el análisis del experimento efectuado conforme a las teorías de Bohr hubo de suponerse que el meson entra a describir una de las órbitas de Bohr; entonces los radios de esas órbitas deben ser inversamente proporcionales al peso del meson; los rayos-X producidos dependen de esos radios y dan a conocer su valor. Para el hidrógeno los rayos-X resultaron muy blandos y no dan datos aceptables; en los átomos pesados se producen rayos-X más penetrantes, pero si se continúa en la hipótesis anotada para el radio de las órbitas, llega el caso de que el radio de una órbita del meson es menor que el radio del núcleo, como sucede con el plomo; los radios de núcleo y órbitas se calculan según las fórmulas dadas por las teorías aceptadas hasta hoy.

120) Pero como es evidente que el radio de la órbita no puede ser menor que el del núcleo, se trató entonces de dar solución al problema volviendo a la idea de cambiar la órbita por la probabilidad del lugar que ocupa el electrón satélite, lo que conduce a suponer éstos como una niebla que rodea el núcleo; y en el caso considerado habría de suponer también el núcleo como una niebla o sea como una probabilidad de que allí se encuentre el núcleo; pero admitir que el átomo es un conjunto de probabilidades no satisface al espíritu científico. (Ver §§ 40, 63).

121) Las experiencias citadas no aclararon nada con relación al núcleo, lo que quizá dependa de la manera de apreciar los radios y de la hipótesis orbital; pero de todos modos hay que tener en cuenta que tales fenómenos suceden en un centésimo de una millonésima de segundo. Las experiencias se hicieron hacia el año de 1950.

122) Aquí termina lo que en enero de 1959 conocía yo con respecto a la historia del átomo. Me complacería que este escrito suscitara un renovado interés por los estudios de la constitución del átomo y por su historia, principalmente los que se hayan adelantado entre nuestros compatriotas.

EQUIVALENCIA ENTRE LOS ELECTRONES SATELITES DE BOHR EN EL ATOMO Y LAS CAPAS ELECTRICAS QUE LO RODEAN

El Prof. Juan Thibaud ha publicado interesantes láminas referentes al análisis de los átomos, entre otras una titulada *Fenómenos de difracción producidos por los electrones*, y en su comentario dice: "Estos magníficos fenómenos, absolutamente comparables a los que se obtienen con los rayos X, revelan la naturaleza ondulatoria de los electrones". También han sido estudiados estos fenómenos de difracción por G. P. Thomson, por Kikuchi en el Japón y por varios otros físicos.

Con fundamento en la naturaleza ondulatoria de los electrones es posible imaginarlos como una capa esférica de electricidad, o periferia esférica, puesto que hay ondas estacionarias esféricas cuyas ecuaciones se conocen.

También se sabe que a la electricidad de un signo corresponde indefectiblemente igual cantidad de electricidad de signo contrario.

Imaginemos pues, una especie de condensador esférico y cerrado; sea ϵ la cantidad de electricidad exterior difundida en toda la superficie; esta cantidad debe estar acorde con el principio de Planck, esto es: debe ser igual y definida cada vez que se presente.

Pueden considerarse capas de éstas concéntricas asimilándolas a capas de ondas esféricas estacionarias con el mismo centro.

Una de las ecuaciones más conocidas de onda estacionaria es

$$s = 2A \cos kx \cos kct$$

con $k = 2\pi/\lambda$, $\lambda =$ longitud de onda, $c =$ velocidad de propagación, $t =$ transcurso de tiempo, $x =$ camino recorrido. En la onda estacionaria se debe tener

$$x = ct = n\lambda$$

siendo n un número entero que dará el número de ondas estacionadas. Sustituyendo esto valores se encuentra

$$s = 2A \cos^2 \pi n$$

Como A es la amplitud, la onda estacionaria tendrá su radio igual a A

$$r = A$$

Siendo n un número entero, $\cos^2 2\pi n = 1$ y resulta

$$s = 2A = 2r$$

Por otra parte se tiene que de la ecuación general de la propagación ondulatoria dedujo Schrödinger la ecuación de una onda independiente del tiempo, la de la llamada onda acompañante u onda de Broglie-Schrödinger, que es esta:

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

en la cual

$m =$ masa del corpúsculo en movimiento

$n =$ número entero

$h =$ constante de Planck

$s =$ función de onda

$(E-V) =$ energía cinética

Conviene ahora buscar la función de distancia representada por $\Delta^2 s$, para el caso que nos ocupa, o sea con r omnidireccional por ser la onda esférica; entonces es necesario considerar a r en esta forma

$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$. Se tiene pues $s = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ de lo cual resulta

$$\Delta^2 s = \frac{\delta^2 s}{\delta r^2} = \frac{2}{r}$$

Ahora búsquese el valor de la energía cinética $(E-V)$ en función de la energía potencial entre las capas eléctricas: se sabe que la acción de una esfera eléctrica es computable como si toda su carga eléctrica estuviera concentrada en el centro; el radio exterior de la capa eléctrica periférica ya se sabe que es r ; sobre la esfera de ese radio obran los potenciales debidos a una y otra carga, a saber

$$\frac{-e}{r}, \frac{e}{r} \text{ y la acción mutua será } F = \frac{-e^2}{r^2}$$

y en consecuencia el potencial del conjunto será $\frac{e^2}{r}$ que es potencial de posición.

Análogamente, si hubiera en el interior N capas o sea N cargas y si en la periferia se considera una sola capa e , se encontraría que la energía potencial es $\frac{Ne^2}{r}$

Para el caso de las órbitas de Bohr es aplicable la relación entre energía cinética y energía potencial propia de las órbitas de Kepler que dice "la energía cinética media es igual a la mitad de la energía potencial con signo contrario"; en consecuencia se tiene

$$(E-V) = \frac{-Ne^2}{2r}$$

Se han deducido, pues, estas tres igualdades:

$$s = 2r, \Delta^2 s = \frac{2}{r}, (E-V) = \frac{-Ne^2}{2r}$$

cuyos valores sustituidos en la ecuación de Schrödinger dan lo siguiente:

$$\frac{2}{r} = \frac{-8\pi^2 m}{n^2 h^2} \cdot \frac{-Ne^2}{2r} \cdot 2r \therefore \frac{1}{r} = \frac{4\pi^2 m Ne^2}{n^2 h^2}$$

Invirtiéndose se encuentra

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m Ne^2}$$

que es exactamente el radio fundamental de las órbitas de Bohr.

La capa esférica eléctrica es susceptible de comportarse como esfera vibrante, lo que daría fundamento a los fenómenos luminosos y otros.

Un círculo máximo nodal que divida la esfera en dos hemisferios vibrantes produce los mismos efectos de los DOS SPINES localizados en los dos electrones satélites de la misma órbita.

En otros escritos se ha demostrado que esta esfera ondulatoria permite explicar también el fenómeno conocido con el nombre de arrastre del núcleo.

La capa eléctrica al separarse del átomo debe presentarse necesariamente con el aspecto de un corpúsculo.

Las capas eléctricas constituidas a modo de condensadores esféricos cerrados permiten explicar la constitución del núcleo.

D. R. M.

INTENSIDAD DE LA RADIACION COSMICA EN BOGOTA

A. M. BARRIGA VILLALBA

de la Academia Colombiana de Ciencias.

El resultado de algunas observaciones sobre los rayos cósmicos en Bogotá, en el período comprendido, entre octubre de 1957 y el 31 de julio del presente, nos permitimos presentar, como una primera aproximación, y, nos reservamos para cuando se terminen suficientes medidas, por lo menos después de unos cinco años, allegar los datos necesarios para una conclusión completa.

Debido a la naturaleza de la radiación, tal como se recibe en la superficie de la tierra, fue necesario hacer una serie de observaciones preliminares, y un gran número de medidas. La radiación que aparentemente es accidentada y variable, sigue un ritmo diario y una dirección definida, que es el fenómeno celeste que hoy queremos demostrar a los Honorables Académicos.

La situación de Bogotá, muy próxima al ecuador, a una considerable altura sobre el nivel del mar, protegida hacia el oriente por una cadena de montañas, a manera de pantalla, es muy favorable para esta clase de observaciones.

La complejidad de la radiación, en el instante de incidir sobre el instrumento, formada por protones

(núcleos de hidrógeno), partículas alfa (núcleos de helium), los productos de la reacción cósmica con los elementos nitrógeno y oxígeno de la atmósfera; electrones o fotones de altísima energía; las interreacciones que originan la serie de los mesones, presentes en los rayos cósmicos y productos de la desintegración de los núcleos, como los neutrones, todas partículas de variadísima energía, hasta de miles de millones de electrón-voltios, forman un haz permanente que se registra a un mismo tiempo.

Este flujo de partículas potentísimas de gran poder de penetración, nos atraviesa verticalmente, de la cabeza a los pies, como si fuéramos vacío, a la frecuencia que se puede observar en el contador electrónico, y que en cifras, aquí en Bogotá está en proporción media de *un impulso*, por segundo y por centímetro cuadrado de sección horizontal.

La radiación, tal como nos llega, después de haber atravesado la atmósfera, sin ningún bloqueo, tomándola en distintos días, aparentemente no muestra regularidad bien definida, como se observa en la *Figura 1.*, que es el registro cada cuarto de hora, de los impulsos o frecuen-

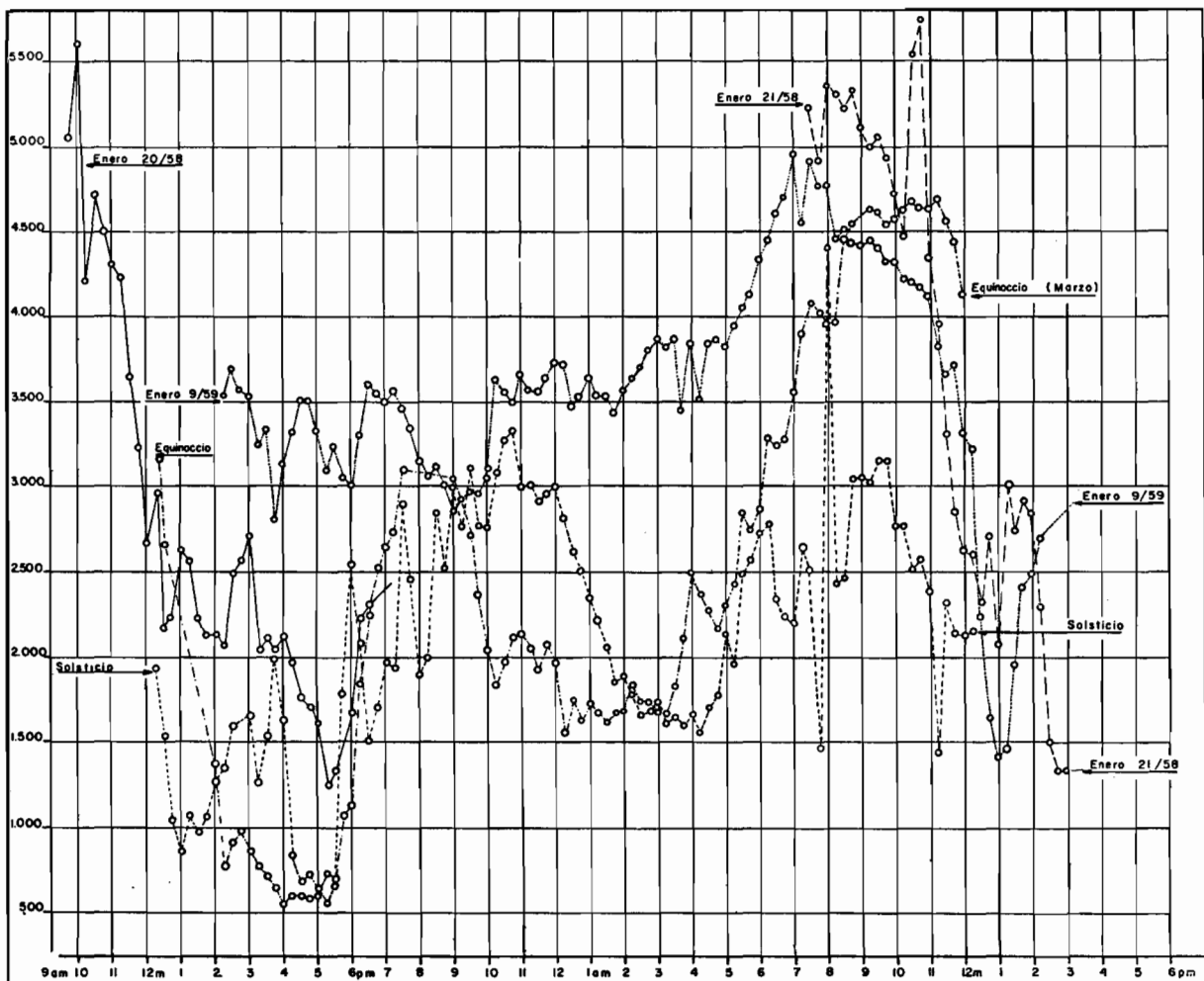


Figura Nº 1 — Registro de la radiación cósmica en distintos días, sin bloquear la sonda receptora.

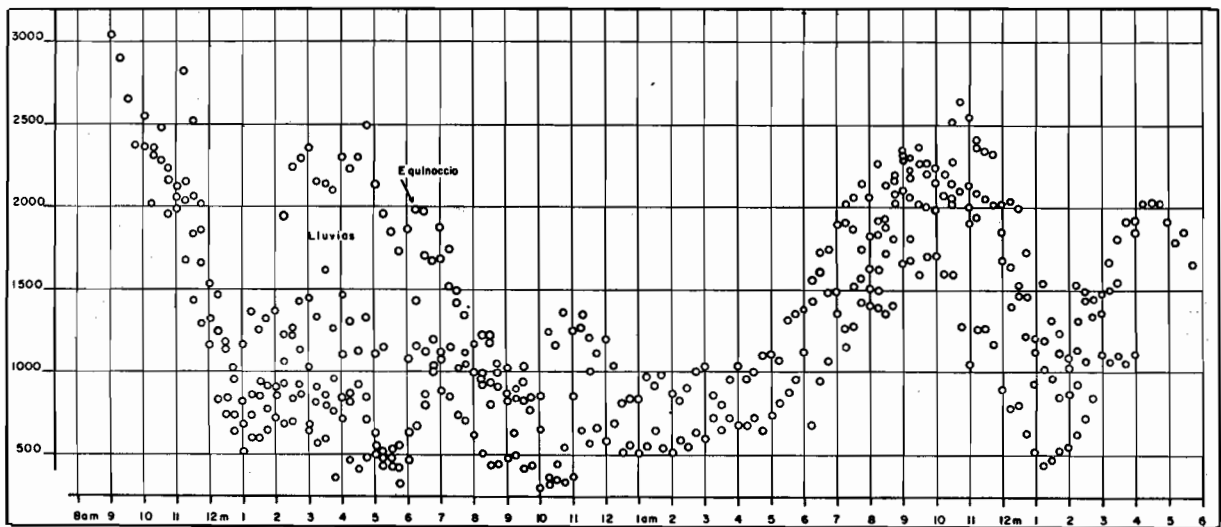


Figura Nº 2 — Observaciones hechas con la sonda bloqueada por una capa de plomo puro de 40 centímetros de espesor.

cia en los días 9, 10 y 20 de enero de 1958, 9 enero del 59 y en los días del Equinoccio de marzo, y del Solsticio de verano. Llegó hasta 5780 impulsos en quince minutos, o sea 6.4 por segundo, sobre la cabeza de la sonda a las diez y tres cuartos de la mañana del 21 de enero, y bajó a un mínimo de 0.62 por segundo a las cinco y media de la tarde, en el día del solsticio de junio.

Para poner de manifiesto la periodicidad de la radiación, resolvimos hacer las medidas con un filtro colocado alrededor de la sonda, para eliminar el máximo posible de las radiaciones blandas, porque como se sabe, la radiación total, está formada por la penetrante primitiva y secundaria, y las blandas secundarias, pero lo suficientemente intensas para originar fenómenos radiactivos muy superiores a los originados en la tierra.

Con este objeto, protegimos la sonda con una envoltura superior formada por láminas delgadas de plomo puro, dándole un espesor de cuarenta centímetros, y de las posibles del suelo con una capa de diez centímetros de espesor de plomo, colocada en la base, para eliminar cualquier radioactividad. En conjunto la protección metálica llegaba a los 650 kilos de peso.

El resultado fue la disminución del 50% de la frecuencia o impulsos por segundo. La anotación gráfica de los resultados delimita una zona bien definida sobre una curva sinusoidal.

La Figura Nº 2 se refiere a cuatro observaciones hechas con la sonda bloqueada por el plomo, correspondientes al 9 de septiembre de las 9 a. m. a las 11 p. m., de las 7 a. m. a 6 p. m. del 10 de septiembre; de las 2 p. m. del 22 a las 2 p. m. del 23 de septiembre en el Equinoccio, y del 11 al 12 de mayo de 6 p. m. a 6 p. m., en la época de las Leónidas o santos de hielo, fecha que tendremos ocasión de citar más adelante.

Comparada con la anterior, se puede observar la mayor regularidad y menor altura, debido a haberse eliminado gran parte de la radiación secundaria. También nos indica este grupo de observaciones, que los máximos y mínimos corresponden siempre con cierta altura del sol. Esto se repite invariablemente en cualquier día del año, hacia las mismas horas.

La Figura Nº 3, es un grupo de observaciones con la sonda sin bloquear, hechas en los días, 9, 20 y 24 de enero y el 22 de febrero del presente año, de las 6 a. m. a las 6 p. m., cada cuarto de hora. Se pone de manifiesto la radiación alta, un poco dispersa por la falta de bloqueo. Presentan un máximo hacia las 9 de la mañana, decrecimiento regular hasta un mínimo en la caída de la tarde.

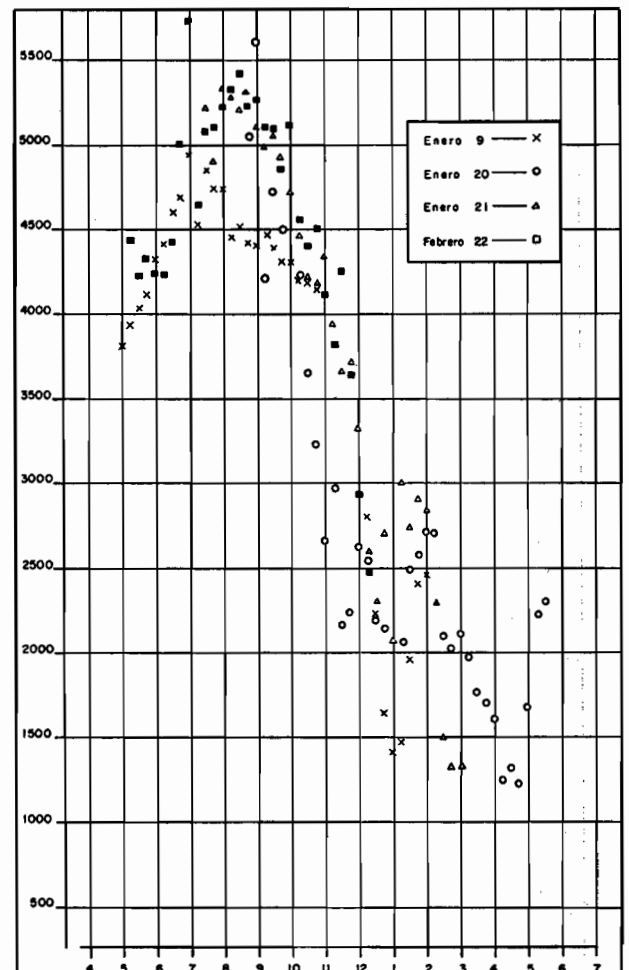


Figura Nº 3 — Medidas hechas sin el bloqueo de la sonda, en casos de radiación alta.

La figura N^o 4, representa las medidas con bloqueo de cuarenta centímetros de espesor en plomo, en los días 9 y 10 de septiembre de 9 a. m. a 9 p. m.; 29 y 30 de noviembre de las 8 a. m. a las 8 de la noche y en los días 9 y 10 de diciembre de las 10 a. m. a las 10 p. m. Como en todas las observaciones, con bloqueo, la radiación es baja y presenta el máximo en la mañana y el mínimo hacia las 6 de la tarde. Es notorio el descenso que también se observa en las demás gráficas, alrededor de la una de la tarde.

La Figura N^o 5, reúne algunas de las medidas hechas, con bloqueo de la sonda, en los primeros meses de este año, correspondientes a los días 9 y 24 de febrero de 6 a. m. a 6 p. m.; al 1^o de marzo, 21 de abril y 20 de mayo, también de 6 a. m. a 6 p. m. La radiación muestra una pronunciada inflexión hacia la una de la tarde y la caída hacia las seis de la tarde.

Todas estas observaciones nos muestran sin incertidumbre, que la radiación diurna siempre es mayor en la mañana, con máximo hacia las nueve y mínima hacia las seis de la tarde, es decir se corresponden con la altura del sol.

Durante la noche, como se puede observar, en las dos

primeras figuras la curva media es más baja y más regular, y algunas veces, asciende más o menos rápidamente hacia el amanecer, y es muy notorio el hecho que cuando el sol apunta en la mañana en la Iglesia de Monserrate, el aumento se hace más notorio, especialmente en los días despejados y secos¹.

Para mostrar un resultado numérico hemos tomado el valor medio de veinte observaciones completas, durante 24 horas continuas, con la sonda bloqueada y sin bloquear correspondiente a todos los meses, en las distintas condiciones que suelen presentarse, días límpidos, tol-dados, con lluvia, tempestad, en días con mucha calina, en los Solsticios y en los Equinoxios, según relación, con el resultado siguiente:

| | |
|---|---------|
| Total de impulsos en el día .. | 1976700 |
| Total de impulsos en la noche | 1550560 |
| Diferencia | 426140 |

lo cual quiere decir que en las noches hubo una disminución de un 21.558%.

¹ La iglesia de Monserrate se levanta en la cima del cerro de su nombre. Esta montaña y la de Guadalupe, protegen la ciudad por el oriente.

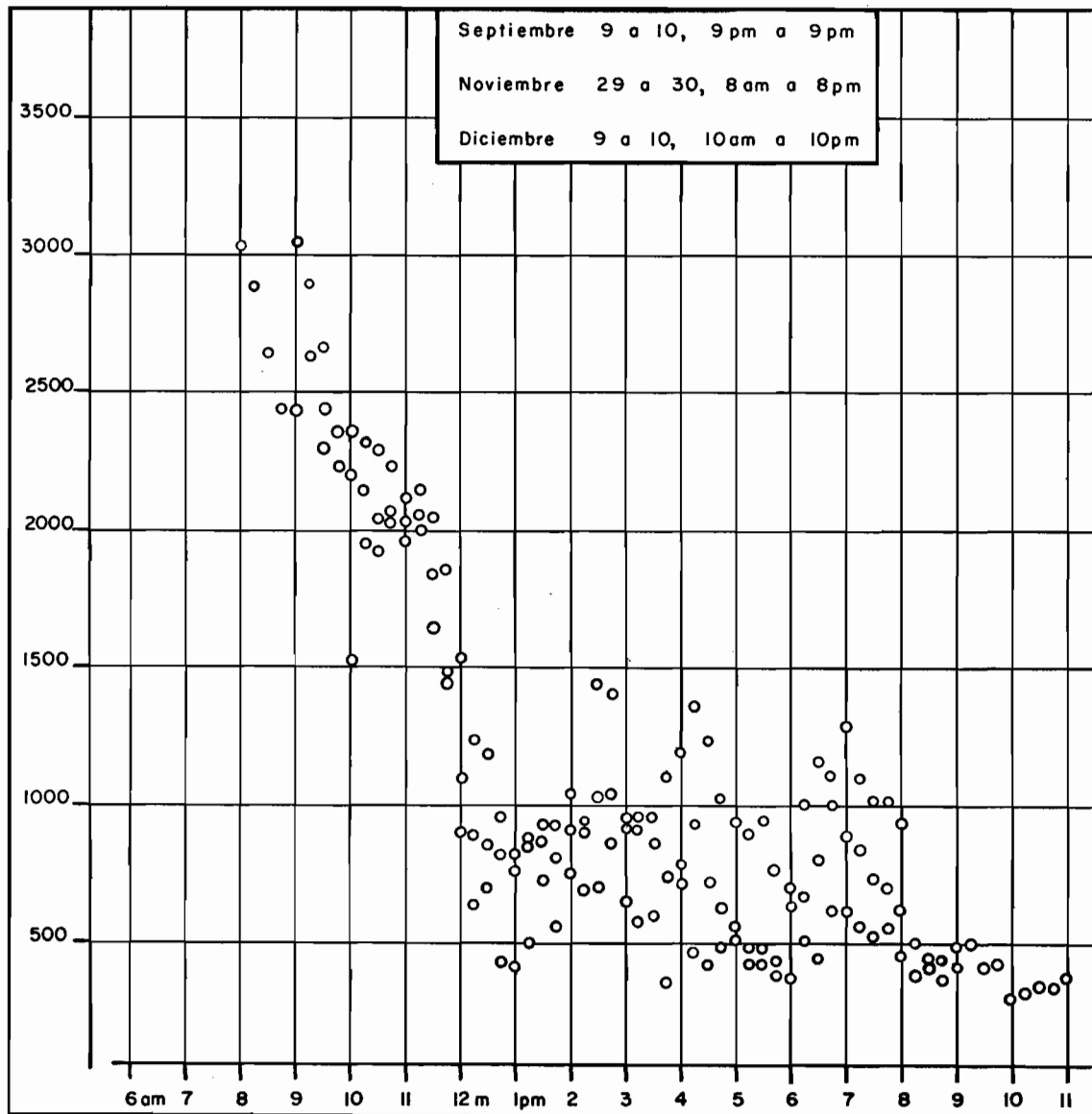


Figura N^o 4 — Radiación observada con la sonda bloqueada en días de radiación baja.

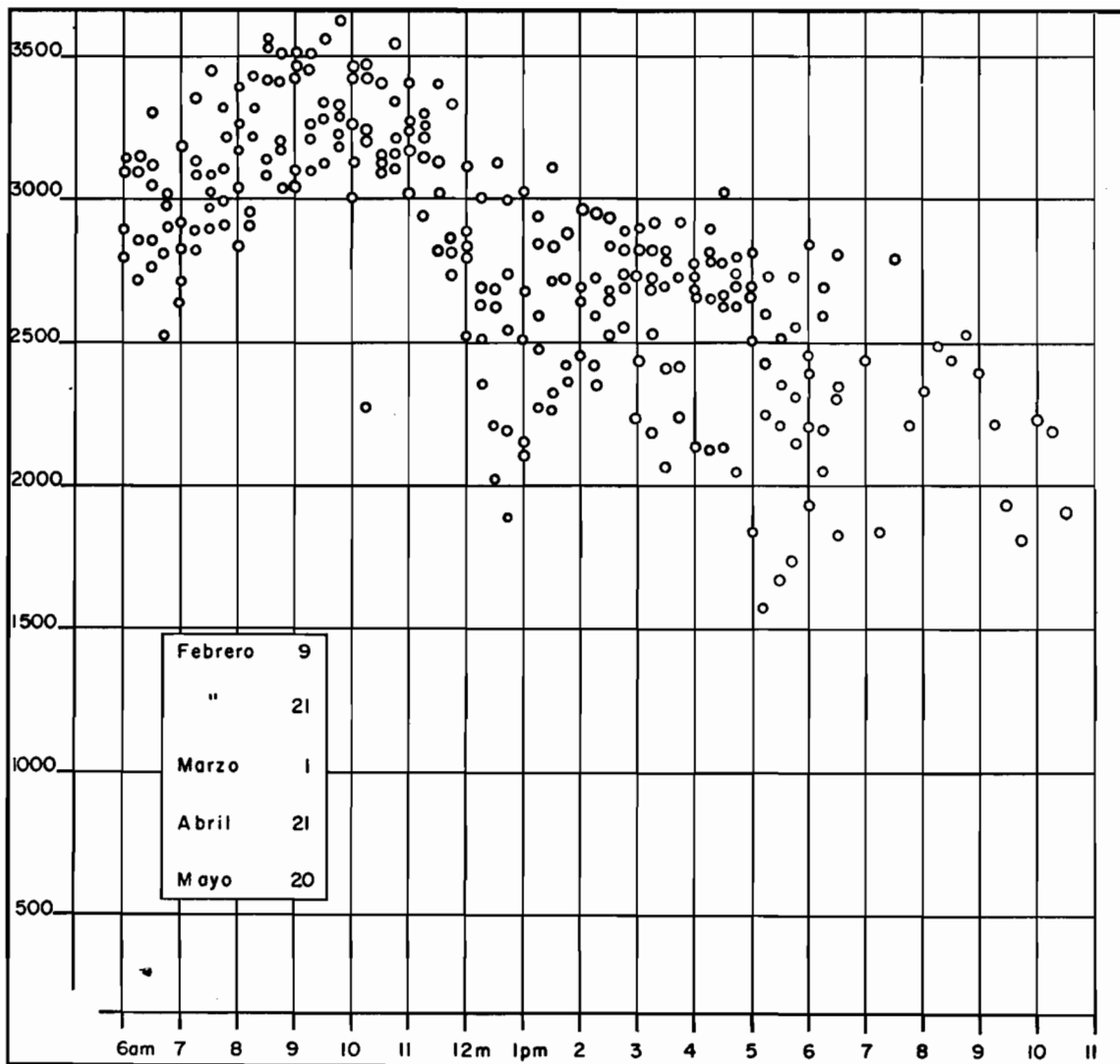


Figura Nº 5 — Observación con la sonda bloqueada. La radiación muestra las inflexiones características.

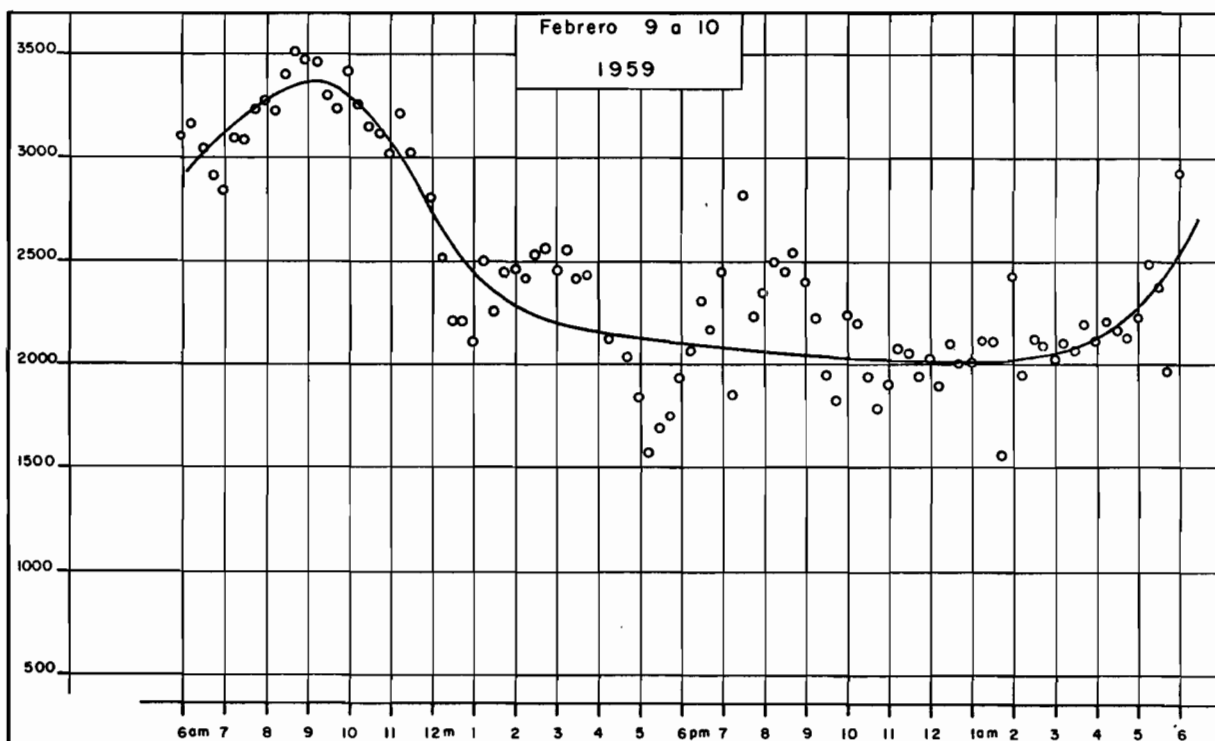


Figura Nº 6 — Curva de la variación de la radiación en 24 horas.

RADIACION DIURNA Y NOCTURNA

| Fecha | | Diurnas. Impulsos en 12 horas. | Nocturnas. Impulsos en 12 horas. |
|--------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Enero 9/58 | (sin bloqueo) | 173960 | 171202 |
| Marzo 20/58 | " " | 148450 | 94162 (Equinoxio). |
| Junio 20/58 | " " | 97722 | 110274 (1ª vez más alto) |
| Sept. 10/58 | (con bloqueo) | 59578 | 21958 (Solsticio). |
| " 23/58 | " " | 89660 | 55084 |
| Nov. 12/58 | " " | 87556 | 36956 |
| " 21/58 | " " | 64024 | 33558 |
| Dic. 10/58 | " " | 59574 | 34328 |
| Enero 23/59 | " " | 59884 | 32050 |
| Feb. 21/59 | " " | 146934 | 103760 |
| Marzo 3/59 | " " | 140600 | 109026 |
| Abril 2/59 | " " | 74560 | 99014 (2ª vez más alto) |
| Mayo 10/59 | " " | 143334 | 114612 |
| " 12/59 | " " | 95798 | 78546 |
| Junio 10/59 | " " | 115954 | 89068 |
| " 21/59 | " " | 101920 | 97302 (Solsticio). |
| Julio 2/59 | " " | 90304 | 70158 |
| " 10/59 | " " | 81400 | 80788 |
| " 20/59 | " " | 84986 | 59680 |
| Agosto 1/59 | " " | 60498 | 59036 |
| | | 1976700 | 1550560 |
| Disminución en la noche: | | | 21.558% |

Según la relación de las observaciones anteriores, tomadas en un lapso de tiempo considerable, y en distintas condiciones meteorológicas, con bloqueo y sin él, puede afirmarse que la radiación es mayor en el día que en la noche, argumento que sumamos a los anteriores, que hemos expuesto sobre la acción preponderante solar.

En los días 11, 12 y 13 de mayo todos los años se interpone entre la tierra y el sol, un enjambre de asteroides, de espesor más o menos variable, que en Europa se conoce con el nombre de los Santos de Hielo, San Marmerto, Pancracio y San Jervacio, porque es notoria la caída de la temperatura, fenómeno al cual se le ha dado esta explicación.

Las medidas de la radiación durante las 24 horas, en esos días, fueron las siguientes:

| Mayo 1º de 1959 | 195000 impulsos en 15' |
|-----------------|------------------------|
| " 10 de 1959 | 192568 " " 15' |
| " 11 de 1959 | 154170 " " 15' |
| " 12 de 1959 | 173328 " " 15' |
| " 20 de 1959 | 239800 " " 15' |

Hubo una caída considerable, acentuada en el día 11 razonablemente acorde con el fenómeno.

En general, la radiación durante las veinte y cuatro horas, sea alta o baja, sigue un ritmo bien definido, cualquiera que sea el día de la observación.

Como ejemplo, elegimos el día 9 de febrero del presente año, durante el cual, no hubo nada anormal, ni lluvia ni demasiado sol, solamente una ligera *calina*. La temperatura ambiente se mantuvo entre 13° y 17° C.

Las observaciones fueron las siguientes:

| Fecha | Hora | Impulsos Total | 15' Impulsos en | por segundo Impulsos |
|-----------|----------|----------------|-----------------|----------------------|
| Febrero 9 | 5¼ | 00 | 00 | 00 |
| | 6 a. m. | 3128 | 3128 | 3.47 |
| | 6¼ | 6292 | 3164 | 3.51 |
| | 6½ | 9364 | 3072 | 3.41 |
| | 6¾ | 12282 | 2918 | 3.24 |
| | 7 a. m. | 15160 | 2878 | 3.19 |
| | 7¼ | 18260 | 3100 | 3.44 |
| | 7½ | 21370 | 3110 | 3.45 |
| | 7¾ | 24600 | 3230 | 3.58 |
| | 8 a. m. | 27878 | 3278 | 3.64 |
| | 8¼ | 31116 | 3238 | 3.59 |
| | 8½ | 34564 | 3448 | 3.83 |
| | 8¾ | 37912 | 3348 | 3.72 |
| | 9 a. m. | 41408 | 3496 | 3.88 |
| | 9¼ | 44904 | 3322 | 3.69 |
| | 9½ | 48226 | 3258 | 3.62 |
| | 9¾ | 51484 | | |
| | 10 a. m. | 54912 | 3428 | 3.80 |
| | 10¼ | 58172 | 3260 | 3.62 |
| | 10½ | 61364 | 3192 | 3.54 |
| | 10¾ | 64512 | 3148 | 3.49 |
| | 11 a. m. | 67556 | 3044 | 3.38 |
| | 11¼ | 70806 | 3250 | 3.61 |
| | 11½ | 73838 | 3032 | 3.36 |
| | 11¾ | 76728 | 2890 | 3.21 |

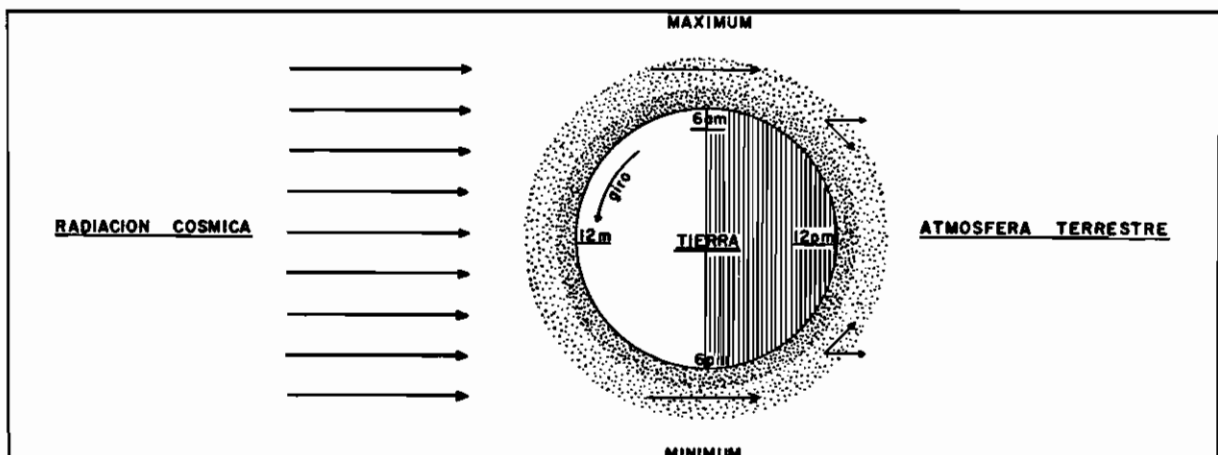


Figura Nº 7 — Una explicación de la radiación nocturna.

| Fecha | Hora | Impulsos Total | 15' Impulsos en | por segundo Impulsos | Fecha | Hora | Impulsos Total | 15' Impulsos en | por segundo Impulsos | | |
|-----------|----------|----------------|-----------------|----------------------|------------|--|----------------|-----------------|----------------------|--|--|
| Febrero 9 | 12 m. | 79540 | 2812 | 3.12 | Febrero 10 | 4 a. m. | 219480 | 2052 | 2.28 | | |
| | 12¼ | 82054 | 2514 | 2.79 | | 4¼ | 221620 | 2140 | 2.37 | | |
| | 12½ | 84266 | 2212 | 2.45 | | 4½ | 223726 | 2106 | 2.34 | | |
| | 12¾ | 86472 | 2206 | 2.45 | | 4¾ | 225928 | 2202 | 2.44 | | |
| | 1 p. m. | 88608 | 2136 | 2.37 | | 5 a. m. | 228046 | 2118 | 2.35 | | |
| | 1¼ p. m. | 91112 | 2504 | 2.78 | | 5¼ | 230272 | 2226 | 2.47 | | |
| | 1½ | 93388 | 2276 | 2.52 | | 5½ | 232468 | 2196 | 2.44 | | |
| | 1¾ | 95840 | 2452 | 2.72 | | 5¾ | 234628 | 2160 | 2.40 | | |
| | 2 p. m. | 98306 | 2466 | 2.74 | | 6 a. m. | 236858 | 2230 | 2.47 | | |
| | 2¼ | 100722 | 2416 | 2.68 | | 6¼ | 239346 | 2488 | 2.76 | | |
| | 2½ | 103274 | 2552 | 2.83 | | 6½ | 241740 | 2394 | 2.66 | | |
| | 2¾ | 105866 | 2592 | 2.88 | | 6¾ | 243736 | 1996 | 2.21 | | |
| | 3 p. m. | 108336 | 2470 | 2.74 | | 7 a. m. | 246698 | 2962 | 3.29 | | |
| | 3¼ | 110898 | 2414 | 2.68 | | Valor medio = 2.67 | | | | | |
| | 3½ | 113312 | 2414 | 2.68 | | De acuerdo con las observaciones, se trazó la curva de la figura 6 que muestra como varía la radiación en las veinte y cuatro horas. Se puede apreciar el máximum entre las 8 y 9 de la mañana y un mínimum entre las doce y la una de la madrugada del día 10. Es visible que la radiación o sus impulsos son más altos en el día que en la noche, y como el mismo fenómeno se muestra en la curva de cualquier día, teniendo en cuenta todas las consideraciones que hemos expuesto y la presente, se puede concluir que existe una dirección en la radiación cósmica hacia la tierra, y ésta es la del sol. | | | | | |
| | 3¾ | 115734 | 2422 | 2.69 | | Es indudable que recibimos radiaciones de otros soles, pero la cercanía del nuestro, fuente formidable, que no solamente nos irradia luz y calor, sino rayos gama, fotones o electrones de altísima energía, que se producen al mismo tiempo que aquellas, en la reacción intra-atómica, que la Astrofísica ha llegado a demostrar. | | | | | |
| | 4 p. m. | 117910 | 2176 | 2.41 | | En el aniquilamiento de la materia, los positrones y negatones no se desvancen, el uno en el otro, en el infinito, sin irradiar rayos gama. La conversión del Helium en Hidrógeno y la de éste en aquél, las autosíntesis de la materia y la degradación de la misma, por saltos sucesivos de números atómicos, son las fuentes colosales de la energía sideral, de todos los soles que ruedan en el espacio. | | | | | |
| | 4¼ | 120062 | 2152 | 2.39 | | Campos magnéticos, campos electrostáticos, pueden ser origen de los rayos cósmicos, pero es necesaria la demostración experimental, porque en tratándose de la energía y de su forma material, la experimentación es la única base del conocimiento. | | | | | |
| | 4½ | 122234 | 2172 | 2.41 | | La radiación presenta variaciones muy marcadas, además de las horarias que hemos indicado. | | | | | |
| | 4¾ | 124312 | 2078 | 2.30 | | Parecía que la radiación conservara cierta regularidad en su amplitud, algo semejante a las mareas atmosféricas, que aquí en Bogotá son de un ritmo sorprendente. Las horas trópicas se suceden de la misma manera por violentos que sean los cambios meteorológicos. | | | | | |
| | 5 p. m. | 126156 | 1844 | 2.04 | | Los rayos cósmicos, de cierta frecuencia en un día, al otro, muestran valores muy diferentes. Un sol brillante, y cielo azul, caracterizan radiaciones de baja frecuencia. En un día lluvioso o nublado la radiación es intensa. En una semana, en un mes, la radiación desciende, para subir en el siguiente, pero las oscilaciones diarias, por alta o baja que sea la radiación, siempre dejan ver su periodicidad. Si existen oscilaciones mensuales y anuales, si las posiciones de la tierra con rela- | | | | | |
| | 5¼ | 127748 | 1592 | 1.76 | | | | | | | |
| | 5½ | 129442 | 1694 | 1.88 | | | | | | | |
| | 5¾ | 131206 | 1764 | 1.96 | | | | | | | |
| | 6 p. m. | 133170 | 1964 | 2.18 | | | | | | | |
| | 6¼ | 135230 | 2060 | 2.28 | | | | | | | |
| | 6½ | 137544 | 2314 | 2.57 | | | | | | | |
| 6¾ | 139740 | 2196 | 2.44 | | | | | | | | |
| 7 p. m. | 142222 | 2482 | 2.75 | | | | | | | | |
| 7¼ | 144086 | 1864 | 2.07 | | | | | | | | |
| 7½ | 146930 | 2844 | 3.16 | | | | | | | | |
| 7¾ | 149178 | 2248 | 2.49 | | | | | | | | |
| 8 p. m. | 151554 | 2376 | 2.64 | | | | | | | | |
| 8¼ | 154106 | 2552 | 2.83 | | | | | | | | |
| 8½ | 156594 | 2488 | 2.76 | | | | | | | | |
| 8¾ | 159164 | 2570 | 2.85 | | | | | | | | |
| 9 p. m. | 161582 | 2418 | 2.68 | | | | | | | | |
| 9¼ | 163818 | 2236 | 2.48 | | | | | | | | |
| 9½ | 165780 | 1962 | 2.18 | | | | | | | | |
| 9¾ | 167800 | 2020 | 2.24 | | | | | | | | |
| 10 p. m. | 170076 | 2276 | 2.52 | | | | | | | | |
| 10¼ | 172282 | 2206 | 2.45 | | | | | | | | |
| 10½ | 174252 | 1970 | 2.18 | | | | | | | | |
| 10¾ | 176038 | 1786 | 1.98 | | | | | | | | |
| 11 p. m. | 177950 | 1912 | 2.12 | | | | | | | | |
| 11¼ | 180078 | 2128 | 2.36 | | | | | | | | |
| 11½ | 182172 | 2094 | 2.32 | | | | | | | | |
| 11¾ | 184164 | 1992 | 2.21 | | | | | | | | |
| Febrero 9 | 12 a. m. | 186212 | 2048 | 2.27 | | | | | | | |
| | 12¼ | 188162 | 1950 | 2.16 | | | | | | | |
| | 12½ | 190278 | 2116 | 2.35 | | | | | | | |
| | 12¾ | 192296 | 2018 | 2.24 | | | | | | | |
| | 1 a. m. | 194322 | 2026 | 2.25 | | | | | | | |
| | 1¼ | 196464 | 2142 | 2.38 | | | | | | | |
| | 1½ | 198592 | 2128 | 2.31 | | | | | | | |
| | 1¾ | 200186 | 1594 | 1.77 | | | | | | | |
| | 2 a. m. | 202620 | 2434 | 2.70 | | | | | | | |
| | 2¼ | 204616 | 1996 | 2.21 | | | | | | | |
| | 2½ | 206786 | 2170 | 2.41 | | | | | | | |
| | 2¾ | 208928 | 2142 | 2.38 | | | | | | | |
| | 3 a. m. | 210980 | 2052 | 2.28 | | | | | | | |
| | 3¼ | 213120 | 2140 | 2.37 | | | | | | | |
| | 3½ | 215226 | 2106 | 2.34 | | | | | | | |
| | 3¾ | 217428 | 2202 | 2.44 | | | | | | | |

ción al sol tienen influencia y causas hoy desconocidas intervienen en las variaciones de los cósmicos, es problema que no puede resolverse sino mediante una larga observación, con varios instrumentos convenientemente orientados y en sitios diferentes. Así, por ejemplo: parece que en los Solsticios la radiación es más baja.

Como un ejemplo de los casos observados, en las variaciones por influencia del estado higrométrico, citamos el siguiente:

El día primero de octubre fue un día despejado, sin una sola nube por varias horas y la radiación fue muy baja. El nueve del mismo mes, época del Cordonazo¹ cayó uno de los más torrenciales aguaceros, y al mismo tiempo se desencadenó una violenta tempestad, hacia las dos de la tarde. El resultado de las medidas fue el siguiente:

| Hora | Frecuencia de la radiación en 15' Octubre 1/58 | Frecuencia de la radiación en 15' Octubre 9/58 | Diferencias a favor del día lluvioso |
|---------|--|--|--------------------------------------|
| 2 p. m. | 470 | 2252 | 1782 |
| 2¼ | 272 | 2652 | 2380 |
| 2½ | 474 | 2374 | 1900 |
| 2¾ | 586 | 2286 | 1700 |
| 3 p. m. | 558 | 2224 | 1666 |
| 3¼ | 532 | 2340 | 1808 |
| 3½ | 588 | 2428 | 1840 |

Estas diferencias, solamente se presentan en casos excepcionales, pero en general, se observa, salvo otras variaciones accidentales, que a días despejados corresponden curvas bajas y a nublados y lluviosos, curvas altas.

La Figura N^o 7, nos sirve para explicar la curva de la figura N^o 6 que es la forma de la radiación en las veinticuatro horas. Si suponemos que por el impacto de los rayos cósmicos con la atmósfera terrestre, no se produjera ninguna radiación secundaria, y solamente la ra-

¹ En estos días, generalmente caen lluvias muy fuertes, casi siempre acompañadas de tempestad. Al alhuacero del 6 y el 8 el pueblo lo llama el *Cordonazo de San Francisco*.

diación penetrante o dura llegara hasta la tierra, y siendo rectilínea la radiación, como la luz y los rayos X, se registraría un flujo constante, solamente durante el día. Pero existiendo la atmósfera que rodea a la tierra y girando ésta con aquélla, y produciéndose la radiación secundaria por el choque con los átomos de la atmósfera necesariamente habrá un máximum hacia las seis de la mañana, que declinará regularmente, a medida que las moléculas de la atmósfera en su rotación, se alejen del flujo cósmico incidente.

Por otra parte, el fenómeno de las lluvias cósmicas, que se producen al mismo tiempo, hacen que las radiaciones contornien la tierra durante la noche. Así, después de las seis de la tarde, las radiaciones secundarias se hacen presentes y en esta misma forma, después de las doce de la noche, las producidas en las zonas del amanecer, impresionan los aparatos. Esta explicación se deduce de la forma de la curva que se ha proyectado anteriormente.

La Figura 8 (Trazo superior), es el registro de la radiación durante el año pasado y lo corrido del presente. Desde el mes de agosto de 1958 se continuaron las observaciones con el bloque de 40 centímetros de plomo. Se pone de manifiesto que la radiación con la sonda libre es mucho más alta.

Algunos cambios bruscos son muy notorios, como el ocurrido en los días de los Santos de Hielo o de las Leónidas, en que en un solo día, cayó bruscamente, posiblemente debido al hecho que anotamos, por absorción de los asteroides.

El trazado inferior corresponde a la cantidad de agua caída en el sitio donde está instalado el aparato (Casa de Moneda), durante el mismo período de tiempo. Llama la atención el paralelismo. En los meses de mayor verano, cuando la escasez del agua obligó a racionar la energía eléctrica, la altura de la parte correspondiente de la curva de la irradiación cósmica hacia octubre, noviembre, diciembre y enero, fue mínima. Esto confirma las observaciones parciales que ya anotamos. En los días de grandes lluvias las curvas fueron altas.

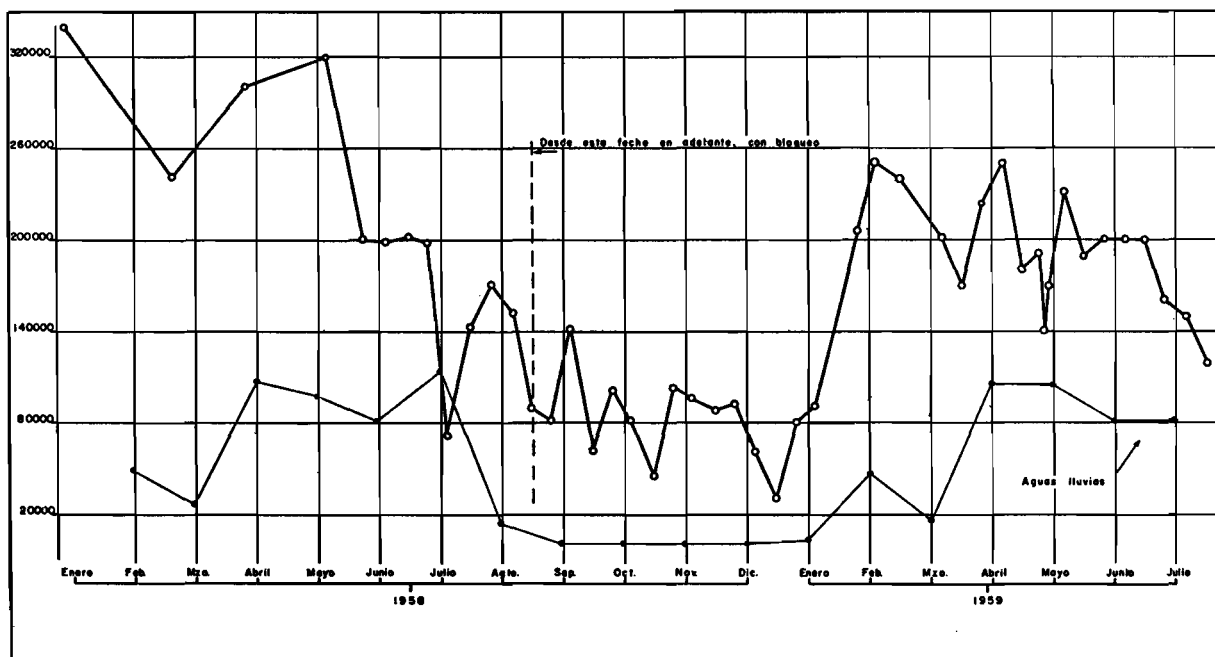


Figura N^o 8 — Curvas de la radiación cósmica y de la lluvia caída en un año.

LA RADIATIVIDAD DEL AIRE A NIVEL DEL SUELO EN BOGOTÁ¹

JESUS EMILIO RAMIREZ, S. J.

Rector Magnífico de la Universidad Pontificia Javeriana, Director del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos y Presidente de la Academia.

Entre los programas de medidas de la radiactividad en el mundo durante el Año Geofísico Internacional (Julio 1º de 1957 - Diciembre 31 de 1958), se contaba el de medidas de la radiactividad del aire atmosférico a nivel del suelo en escala mundial.

El Naval Research Laboratory de Washington, estableció como parte de este programa una serie de 21 estaciones uniformemente equipadas a lo largo del meridiano 80 en las Américas desde Groenlandia hasta Punta Arenas. El Comité Nacional de Colombia para el Año Geofísico Internacional colaboró activamente en el funcionamiento de la Estación de Bogotá, para beneficio de la salud y para progreso de la ciencia en general.

El presente estudio explica el programa de las medidas de la radiactividad del aire a nivel del suelo en las

Américas, resume algunas nociones sobre la radiactividad atmosférica, sus causas, importancia y peligros, presenta los datos obtenidos en Bogotá, los compara con los publicados por el Naval Research Laboratory de Washington para las estaciones de toda la América y los relaciona con los ensayos atómicos de las tres grandes potencias para el mismo período.

El Programa en las Américas

Escalonados a trechos más o menos iguales y situados a uno y otro lado del meridiano 80° W han funcionado desde 1956 hasta el día de hoy las siguientes estaciones de medidas de la radiactividad de la atmósfera a nivel del suelo en las Américas.

ESTACIONES DE LA RADIATIVIDAD ATMOSFERICA EN LAS AMERICAS

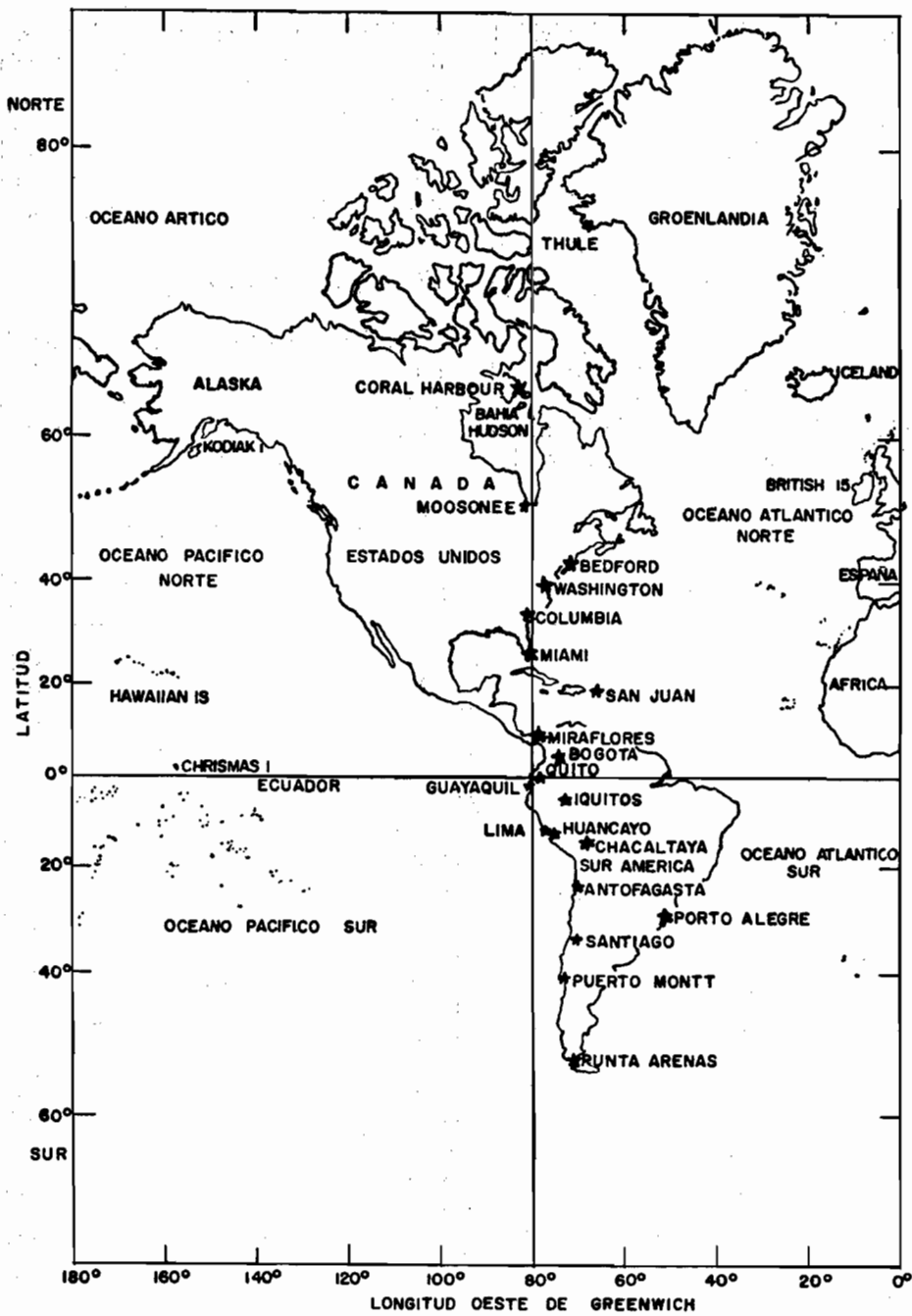
| Nº | ESTACION | LONGITUD | LATITUD | FECHA INICIAL DE FUNCIONAMIENTO |
|----|----------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|
| 1 | Thule, Groenlandia | 76° 30' N | 68° W | Septiembre 1957* |
| 2 | Coral Harbour, Canadá | 66° N | 84° W | Septiembre 1957* |
| 3 | Moosonee, Canadá | 51° 30' N | 81° W | Septiembre 1957* |
| 4 | Bedford, EE. UU. | 42° 20' N | 71° 30' W | Octubre 1957* |
| 5 | Washington, EE. UU. | 38° 50' N | 76° 57' W | |
| 6 | Columbia, EE. UU. | 34° N | 81° W | |
| 7 | Miami, EE. UU. | 25° 40' N | 80° 20' W | Junio 1957 |
| 8 | San Juan, Puerto Rico | 18° 40' N | 66° W | Junio 1957 |
| 9 | Miraflores, Zona del Canal | 9° N | 79° 30' W | Junio 1956 |
| 10 | Bogotá, Colombia | 4° 37' N | 74° 04' W | Julio 1957 |
| 11 | Quito, Ecuador | 15° S | 78° 30' W | Marzo 1957 |
| 12 | Guayaquil, Ecuador | 2° 15' S | 80° W | Mayo 1956 |
| 13 | Iquitos, Perú | 3° 40' S | 73° 20' W | Septiembre 1957* |
| 14 | Lima, Perú | 12° S | 77° W | Octubre 1956 |
| 15 | Huancayo, Perú | 12° S | 75° W | Septiembre 1957* |
| 16 | Chacaltaya, Bolivia | 17° S | 68° W | Septiembre 1957* |
| 17 | Antofagasta, Chile | 23° 40' S | 70° 30' W | Septiembre 1957* |
| 18 | Porto Alegre, Brasil | 30° S | 51° W | * * * |
| 19 | Santiago, Chile | 33° 30' S | 70° 40' W | Noviembre 1956 |
| 20 | Puerto Montt, Chile | 41° 40' S | 73° W | * * * |
| 21 | Punta Arenas, Chile | 53° S | 71° W | Mayo 1957 |

* Fecha aproximada de comienzo.

Cada una de estas estaciones fue equipada con un filtrador de aire consistente en una bomba de succión de aire accionada por un motor eléctrico de velocidad constante. El aire pasa a razón de un metro cúbico por minuto a través de un filtro de 20 centímetros de diámetro, hecho de material celuloso y asbesto tipo 6 del Army Medical Corps de Estados Unidos. El filtro va sostenido dentro de una rejilla o cedazo y todo el equipo va cubierto por una casilla meteorológica para protegerlo contra las lluvias directas.

Los filtros se cambian diariamente a las 7 a. m. y se envían a Washington para los análisis de los productos radiactivos de larga duración, como el estroncio 90, el cesio-137, etc. Allí se calcan en un horno eléctrico a una temperatura de 650° C., se comprimen en una prensa hidráulica y se montan en discos plásticos, para medir las radiaciones de los rayos Beta y compararlos con isótopos calibrados por la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos.

¹ Colaboración del Comité Nacional de Colombia para el Año Geofísico Internacional y del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi".



Estaciones de Radiactividad Atmosférica a lo largo del Meridiano 80°

Figura 1

Los promedios de centelleos se convierten en promedios de desintegración calculando la energía media de rayos Beta de 1 MeV, para productos de fisión y reducidos al nivel del mar.

Por estar la estación de Bogotá a una altura de 2.640 metros sobre el nivel del mar, lo cual implica una menor cantidad de aire por metro cúbico, se aplicó un factor de 1.30 para corregir las desintegraciones por minuto por metro cúbico de aire. Factores proporcionales a la altura se aplicaron a otras estaciones suramericanas.

La estación en Bogotá y única en Colombia, está situada en la azotea del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, (Colegio de San Bartolomé, La Merced, Cra. 5ª, N° 34-00), a 25 metros sobre el nivel de la calle. Su inauguración tuvo lugar el día 23 de Julio de 1957 y desde entonces ha trabajado ininterrumpidamente hasta el presente. Las coordenadas geográficas son: Lat. 4° 37' N. y Long. 74° 04' W.

El análisis radioquímico del material obtenido de las estaciones, realizado por un mismo equipo, instrumental y personal del U. S. Naval Research Laboratory de Washington, ha suministrado ya una notable información sobre los principales constitutivos radiactivos del aire atmosférico normal y se han podido seguir los cambios a largo plazo que han ocurrido en la concentración de los productos de fisión y fusión en el aire, en distintos sitios del Hemisferio Occidental.

El Polvo Letal y sus causas

La radiactividad del aire atmosférico se debe a tres causas distintas:

1º)—A un número de sustancias normales radiactivas constitutivas del aire como son pequeñas partículas de uranio y radón y a compuestos de torio y potasio que siempre están presentes en el aire a modo de polvo, cuyas cantidades varían con la geografía y la estación del año. Esta radiactividad siempre ha existido en el mundo.

2º)—A materiales radiactivos producidos en el aire por la actividad de los rayos cósmicos. Son éstos ciertas sustancias exóticas como el tritio (H^3), el carbón-14 y el berilio-7. Gran número de radioisótopos se forman por la reacción mutua de los neutrones producidos por los rayos cósmicos con cualquiera de los elementos de la corteza terrestre. Estas partículas radiactivas tampoco son cosa nueva en el mundo y contribuyen en general muy poco a la radiactividad general.

3º)—A partículas radiactivas introducidas por el hombre en el campo de la física nuclear.

Estas empezaron con la primera bomba atómica estallada en Alamo Gordo, New México, EE. UU. el 16 de Julio de 1945; a la que siguió la de Hiroshima, Japón, el 6 de Agosto de 1945 y la de Nagasaki, Japón, tres días más tarde.

Cuando estalla una bomba de fisión de Uranio-235, o Plutonio, una décima parte del uno por ciento de la masa se convierte en energía y desechos radiactivos en gran variedad de tamaños se elevan con la bola de fuego a grandes alturas para bajar lentamente en forma de lluvia invisible. Mucho más radiactivo que esta es la bomba de fusión v. g. de Hidrógeno en la que la reacción de fusión mutua del deuterio y del tritio o del tritio solo, hace que siete décimas del uno por ciento de la

masa se conviertan en energía. En las bombas de fusión no hay límite a la cantidad de materia fusionable que puede hacer parte de la bomba mientras la temperatura se mantenga alta dentro del material que explota. La bomba atómica de Plutonio lanzada en Hiroshima dio una energía equivalente a 20.000 toneladas de TNT o sea de 20 kilotones. Una de las bombas de fusión probadas por Estados Unidos en la Isla de Eniwetok, en el Océano Pacífico, (la primera fue ensayada en 1951), desprendió una energía equivalente a una explosión de 14 a 17 millones de TNT o sea de 14.000 a 17.000 kilotones. Un atolón de Eniwetok desapareció vaporizado como por ensalmo.

Los rusos dicen tener una bomba de hidrógeno equivalente a 50 millones de TNT o a 50.000 kilotones.

Pero esto no es todo. Los EE. UU. han ensayado bombas de hidrógeno de tres etapas casi simultáneas; en la primera etapa hace de fulminante una bomba de uranio-235; luego una de deuterio y tritio y por último, en una tercera etapa, estalla una cobertura de uranio ordinario y torio. Estas dos sustancias no sufren fisión con los neutrones térmicos, pero sí con los neutrones de energías de varios millones de electrones voltios. Bombas como estas tienen los rusos.

Pues bien, la bola de fuego de una bomba de fisión o de fusión colocada a ras del suelo con su intenso calor convierte grandes cantidades de tierra sólida en vapor y succionándolas las levanta en su gigantesco hongo hasta alturas de docenas de kilómetros. Entonces se producen directa o indirectamente más de un centenar de isótopos radiactivos emisores de rayos Beta y de rayos Gama que persisten durante períodos que van de segundos hasta cientos de años. Todos ellos constituyen el polvo radiactivo o "fall out" que los vientos de la estratosfera y de la troposfera se encargan de espolvorear por toda la redondez del globo en forma de lluvia invisible y letal.

Cuanto más alto estalla una bomba, menos posibilidad hay de contaminar elementos de la tierra.

Poder de Muerte

A poca distancia, es decir, para una bomba media de hidrógeno, en una área de 600 kilómetros cuadrados, se extingue literalmente toda vida y se destruye toda estructura. A mayor distancia se siembra una muerte lenta y silenciosa por quemaduras de simple contacto de las partículas más pesadas con tamaños medibles en micras que caen por gravedad o arrastrados por la lluvia. Bombas de tres etapas siembran la muerte radiactiva en superficies de 2.000 kilómetros cuadrados, contados en la dirección que sopla el viento. A distancias mayores, la inhalación y deposición en los pulmones de las sustancias radiactivas, especialmente de las sustancias productoras de las partículas beta, constituyen un serio peligro.

Pero aquí no termina todo. Las armas nucleares de pocos kilotones que contaminan principalmente la troposfera (debajo de los 15 kilómetros), y las bombas termonucleares que lleven las cenizas hasta la estratosfera, dan lugar a productos de larga duración que se riegan por el mundo entero para producir también su efecto retardado y devastador.

Estos productos son principalmente: El Cesio-137 (vida media 30 años), el Cesio-134 (vida media 2.3 años), el Lutecio-176 (vida media 3×10^{10} años), el Prometio-147 (vida media 2.6 años) y el Estroncio-90 (vida media 28 años).

El Estroncio-90

El más peligroso elemento de esta lluvia es el estroncio-90, el cual inquieta y perturba al mundo político internacional, a los hombres de ciencia, a los gobiernos que tienen el deber de investigar y a los pueblos que tienen el derecho de saber lo que se descubriere acerca de los efectos somáticos y genéticos de la lluvia radiactiva. Mucho del miedo, sin embargo, es simplemente un miedo de los peligros del diario vivir en la edad atómica.

El estroncio-90 inquieta por provenir en grandes cantidades como un producto de fisión, por su larga vida media de 28 años, por su semejanza química con el calcio, al que sigue desde el suelo a través de la vegetación y de los productos lácteos hasta su eventual incorporación en el hueso humano.

La cantidad de estroncio-90 producido por armas nucleares es usualmente de 100 curies por kilotón de energía de fisión liberada. Un curie es una unidad empleada para medir emanaciones radiactivas de un material y equivalente a la radiactividad de un gramo de radio.

W. F. Libby ha calculado la cantidad de Estroncio-90 introducida en la estratosfera por los ensayos de las tres potencias poseedoras de las bombas nucleares hasta fines de 1957, en 3.6 megacurries de los cuales dos terceras partes se debían entonces a los ensayos de los EE. UU. en el Pacífico. A esto hay que añadir 0.6 megacurries en que se calcula el total de dicho polvo distribuido en la troposfera.

En el mes de Octubre de 1958 los rusos han venido a empeorar la situación lanzando en el Artico una recámara de 14 bombas "sucias" o sea inyectoras de estroncio-90, que parece que han aumentado el inventario del polvo estratosférico en un 50%. Los estudios preliminares dan algunos resultados poco agradables de la lluvia resultante:

1º)—El polvo radiactivo ruso, principalmente el estroncio-90, está cayendo de la atmósfera mucho antes de lo que se predecía.

2º)—Está cayendo mucho más rápido de lo que se esperaba.

3º)—La distribución no sigue la manera como se preveía. Por ejemplo están regándose por algunas regiones como EE. UU. más fuertemente que por ninguna otra parte del mundo.

La ceniza radiactiva en tamaños medibles sólo en diámetros de micras y centésimas de micra, que se inyecta en la estratosfera, según el Dr. Libby, se distribuye y mezcla uniformemente sobre ambos hemisferios durante el primero y segundo año que sigue a la inyección y después de un tiempo acumulativo en la estratosfera que se creyó ser los 10 ± 5 años y que hoy se ha reducido a tres años, cae sobre el mundo de una manera uniforme con excepción de diferencias que se deban a variaciones de las lluvias. En cambio, las cenizas

radiactivas troposféricas de los 14 kilómetros para abajo, procedentes de las armas nucleares menores a un megatón se distribuyen durante un mes que es lo que dura más o menos su suspensión en la atmósfera en forma de banda estrecha a lo largo de las latitudes desde cada campo de pruebas.

Precipitación de la lluvia nociva

Experimentos largos y delicados han demostrado que la lluvia y la nieve son el principal agente de la extracción de la radiactividad de larga duración del aire atmosférico asentándola sobre el suelo y la vegetación. El segundo agente que precipita la radiactividad del aire al suelo es la gravedad. Otros factores que afectan la precipitación del estroncio-90 en los suelos son: la distribución de la lluvia según la estación, el tipo de lluvia, la circulación del aire regional y la proximidad al campo de ensayos nucleares. De donde se sigue que no hay porción de la superficie del globo terráqueo que quede libre del polvo fatal.

El estroncio-90 que no se deposita sobre el follaje de las plantas va a tierra y se queda en una capa superficial del suelo de unos pocos centímetros de espesor. Más de 70 por ciento del estroncio-90 depositado hasta ahora en el suelo en general se limita a los 5 centímetros del suelo no perturbado.

Con gran interés y exactitud se prosiguen los estudios del polvo radiactivo incorporado al suelo. Su acumulación es desigual aún para aquellas regiones de las Américas que están lejos de los campos de pruebas. Este fenómeno tiene varias explicaciones.

En primer lugar los suelos de las regiones lluviosas acumulan más estroncio-90 que los de las regiones desérticas y la intensidad de acumulación es proporcional a la intensidad de las lluvias.

Los investigadores ingleses han revelado que la leche contiene tanto más cesio-137, cuanto más es la pluviosidad del lugar donde pacen las vacas. De ahí se puede concluir a priori, que la región del Chocó puede poseer el suelo más contaminado de Colombia. En Antofagasta, Chile, donde casi nunca llueve, en Enero de 1956 el nivel del estroncio-90 era de 0.02 milicurries por milla cuadrada, o sea que era una centésima parte del nivel radiactivo de los suelos para áreas de alta precipitación del Hemisferio Sur. Experimentos en California y en Mediterráneo muestran hasta la evidencia, la dependencia del estroncio-90 acumulado en el suelo de la precipitación acuosa. Por tanto la caída de gravedad del estroncio seco es un factor pequeño de la lluvia radiactiva en escala mundial. Según el Dr. Martell, se tiene por seguro que los datos de los suelos suramericanos y las nieves del Antártico, tienen como fuente exclusiva el polvo radiactivo retardado de la estratosfera. Así los exámenes de dos suelos de Bello Horizonte, Brasil, contenían 0.11 y 0.17 milicurries por milla cuadrada en Marzo de 1954, y áreas cercanas de lluvias semejantes en Sao Paulo, Brasil, y Asunción, Paraguay, mostraron un aumento de 1.2 y 2.0 milicurries respectivamente por milla cuadrada, indicando la intensidad anual de lluvia de estroncio-90 de un milicurie por milla cuadrada. Los recientes resultados de aguas lluvias en el Hemisferio Sur indican que de 1 a 2 milicurries por milla cuadrada por año era la intensidad de precipitación del estroncio-90 hasta 1957.

Sin embargo, durante el año de 1958, los niveles de productos de fisión en los suelos del Hemisferio Norte fueron 10 veces mayores que los del Hemisferio Sur en latitudes similares.

Afortunadamente el Hemisferio Sur y hasta cierto punto la zona ecuatorial han estado más defendidas de esta lluvia peligrosa. Por una parte la zona tropical de convergencia debido al calentamiento y circulación de la atmósfera ecuatorial, forma una barrera que separa el aire contaminado del Hemisferio Norte del aire más puro del Hemisferio Sur. Por otra parte, gran número de ensayos atómicos han tenido lugar en la mitad norte del globo, mientras que los de la mitad sur han sido limitados en número y tamaño. Los ensayos ecuatoriales de EE. UU. han sido en latitud 11° Norte.

Un cálculo razonable de la cantidad de productos de fisión inyectados a la estratosfera por los ensayos nucleares llega a la suma de 65 megatones de energía de fisión. Esto corresponde a 50 kilogramos de estroncio-90 en toda la estratosfera. Se cree que una mitad de este total, o sea 25 kilogramos ha caído ya, y el resto flota aún en la alta atmósfera.

El Estroncio-90 se deposita como el Calcio en los huesos

Las partículas de Estroncio-90 que son depositadas por la lluvia y la gravedad sobre las legumbres y las frutas, son ingeridas directamente por el hombre. Otras acumuladas sobre la hierba pasan a las vacas y de éstas por la leche al ser humano que la toma. Otras finalmente entran a la cadena de alimentos a través de los suelos y de allí por las plantas juntamente con el calcio hasta depositarse como éste en los huesos para producir la radiación. Un ochenta por ciento del estroncio-90 viene directamente de la leche y de las hiervas sin pasar por los suelos o sea que se debe a la absorción del follaje.

Trazas de Cesio-137 en los huesos humanos fueron anotadas por primera vez en 1956 y se ha descubierto en Inglaterra que la fuente principal que las lleva al organismo es la leche.

El Estroncio-90 en los huesos humanos

Los factores que determinan el paso del estroncio-90 de la hierba a la leche y del alimento a los huesos se conoce bien y mejor que los del suelo a las plantas.

Estudios completos se han hecho del estroncio-90 acumulado uniformemente en el esqueleto humano en todo el mundo con resultados por demás interesantes.

Tres factores indican la carga del estroncio-90 encontrada en los huesos humanos según estudios realizados y basados en huesos recogidos en estaciones diseminadas por el mundo: la dieta, la latitud y el tiempo.

La población media de EE. UU. obtiene un 85% del calcio de la leche, 4% de los cereales y un 5% de las legumbres. En cambio la población indígena del Amazonas y sus afluentes lo asimila probablemente de los productos de la yuca brava, como son la fariña y el casabe. Esta alta concentración del estroncio-90 se debe quizá aquí a la fuerte lixiviación del calcio del suelo, bajo condiciones de alta temperatura y humedad. Por lo demás el polvo radiactivo es normal para esas latitudes y pluviosidad, (5 milicuríes por milla cuadrada) y mucho menor en las latitudes 20° a 60° Norte. Mien-

tras que la leche de EE. UU. y de Inglaterra contiene entre 6 y 14 micro-micro-curíes por gramo de calcio, la yuca brava de los indios ecuatorianos, contiene 40 unidades del mismo tipo, o sea 5 veces más estroncio-90 que el promedio de la dieta mundial humana.

La concentración del estroncio-90 en los huesos de los niños en el Hemisferio Norte es de 1 micro-micro-curíe por gramo de calcio. El nivel en los adultos de los 20 años para arriba es 10 veces menor y es independiente de la edad. Los habitantes del Hemisferio Sur han adquirido una carga que es la mitad de la de sus hermanos del Norte. El promedio del contenido en los huesos humanos para todo el mundo era en Enero de 1958 de 0.52 micro-micro-curíes por gramo de calcio y para los adultos era de 0.19 unidades.

Por lo que hace a la latitud, la lluvia radiactiva en 1957 era mayor en la zona templada del Norte. En EE. UU. e Inglaterra era de 10 milicuríes por milla cuadrada por año y su acumulación en estas latitudes era la mayor del mundo. La concentración en ciertas regiones de la zona templada del Hemisferio Sur era menor pero con respecto al resto del mundo era alta y se debía posiblemente a alimentos venidos de EE. UU. como leche en polvo y quesos. Las zonas menos afectadas eran las altas latitudes y las zonas polares.

La concentración máxima permisible en los huesos, recomendada por el Comité Internacional de Protección contra Radiación, era en micro-micro-curíes de estroncio-90 por gramo de calcio, de 1.000 para el personal dedicado a la industria nuclear, de 100 para la población en general o para jóvenes, siendo 50 la radiación equivalente debido a la radiación natural.

Si no hay más ensayos nucleares se ha calculado de que para el año 1966 los niños alcanzarán 4 unidades del tipo anotado. Si los ensayos continúan como al presente y en las mismas localidades, habrá un equilibrio entre lo que se produce y lo que cae de estroncio-90 el año 2.000, y la carga de la población en el mundo será de 10 unidades y en el Hemisferio Norte de 20 unidades.

Como puede verse, los niveles de estroncio-90 son bajos comparados con los niveles de la radiación natural y con los de la concentración máxima permisible.

La Radiación

La radiación por rayos X o rayos gamma, nos presenta una paradoja. Ella puede hacer aparecer cáncer en un tejido sano y normal, hasta producir finalmente la destrucción de la vida y la misma radiación puede destruir el cáncer que ha aparecido en un tejido sano y normal preservando la vida. Todo depende de la cantidad de radiación y el tiempo durante el cual se recibe. Pequeñas y repetidas dosis producen cáncer, pero para destruirlo se necesitan altas dosis en relativamente cortos períodos. Las máquinas o los isótopos para tratar el cáncer dan miles de unidades por hora. Esta unidad de radiación es el roentgen, o simplemente r. Muy poco es realmente lo que se sabe acerca de la manera como la radiación produce sus efectos nocivos en las células vivas ni es tampoco nuestro propósito explicar lo que se sabe sobre ello. Pero sea lo que fuere, una cosa es cierta y es que los efectos de la radiación no guardan proporción con la cantidad de energía que la célula recibe cuando la radiación la ataca. No hay veneno químico conocido,

ni hay tóxico tan mortífero producido por bacterias que exceda los poderes destructores de la radiación.

Las células más sensibles a la radiación son aquellas que están sometidas a divisiones para producir células. Por tanto las células más afectadas por la radiación, son las generativas, las de los intestinos que absorben los productos de digestión, las de la médula de los huesos que dan origen a los glóbulos rojos y blancos de la sangre, las de las glándulas linfáticas y del bazo en donde se desarrollan los glóbulos blancos llamados linfocitos.

El estroncio-90 incorporado al organismo en buenas cantidades, produce con sus radiaciones o la muerte de las células o ciertos cambios llamados mutaciones biológicas. Estos se observan en los genes, portadores de las características hereditarias del individuo y que están presentes en los cromosomas del núcleo celular. Estos cambios hereditarios pasan a los individuos llevando consigo el gene mutado. Las mutaciones tienen lugar espontáneamente y aunque son de reducida intensidad, sin embargo, la probabilidad de su aparición depende de la dosis radiactiva. Generalmente dan origen a cualidades desfavorables y no aparecen sino en la tercera o cuarta generación. Para conocer realmente los efectos de las mutaciones producidas por la radiación en la raza humana, hay que aguardar a los nietos de los actuales habitantes de Hiroshima y Nagasaki.

Además el estroncio-90, pone fuera de combate las glándulas linfáticas e ingerido en dosis fuertes las aniquila. Los glóbulos rojos que están en formación en la médula ósea son tan sensibles como las células linfáticas y los glóbulos blancos también se afectan con dosis mayores resultando la leucemia o cáncer de los órganos que forman la sangre. La leucemia es una reproducción incontrolable de glóbulos blancos ya sea en la médula de los huesos ya en las glándulas linfáticas.

En conclusión, la dosis de exposición en radiaciones no debe exceder 0.3 r. semanales como promedio de 13 semanas consecutivas.

Durante toda su vida un individuo no debe acumular más de 200 r. como radiación total del cuerpo además de la recibida por la radiación natural.

Cualquier individuo no puede ni debe permitir una acumulación de 50 r. de radiación en las gónadas, por lo menos hasta los 30 años.

A la población en general no se le debe exponer a que se le duplique la radiación natural.

La radiación externa de la lluvia radiactiva actual es pequeña; la radiación interna debida al estroncio-90 acumulado en los huesos, es peligrosa y durante la vida toda, pueden acumularse cantidades que se acerquen a niveles que pueden producir efectos nocivos en algunos números limitados de la población.

Un mundo desconfiado, que juega a las armas nucleares, acumula más y más polvo letal que aunque no haya llegado a una dosis mortal, es siempre nocivo; no hay que repetir que una guerra atómica sería la destrucción del hombre sobre la faz de la tierra. Los que no mueren quemados directamente y vaporizados, morirían por sus efectos radiactivos.

La Radiación en el aire bogotano

Antes de hacer cualquier comentario o análisis estadísticos se dan escuetamente los datos de radiactividad de Bogotá, anotando por ahora que ésta ha ido en

aumento desde Julio de 1957 hasta Abril de 1959, alcanzando su máxima en Febrero de 1959*. Sin embargo ellos están muy por debajo del nivel permisible.

Datos diarios de productos de radiactividad de fisión Beta recogidos por filtración de aire en Bogotá-Colombia.

Desintegraciones por minuto por metro cúbico de aire.

| Día | 1957 | | | | | |
|-------|------|-------|------|------|------|------|
| | Jul. | Agos. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
| 1 | | 1.59 | 0.32 | 0.40 | 0.19 | 0.43 |
| 2 | | 0.93 | 0.23 | 0.48 | 0.21 | 0.24 |
| 3 | | 0.26 | ** | 0.32 | 0.16 | 0.24 |
| 4 | | 0.63 | ** | 0.43 | 0.11 | 0.16 |
| 5 | | 0.41 | ** | 0.37 | 0.11 | 0.11 |
| 6 | | 0.30 | ** | 0.37 | 0.11 | 0.13 |
| 7 | | 0.41 | 0.39 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
| 8 | | 0.22 | 0.62 | 0.13 | 0.13 | 0.53 |
| 9 | | 0.15 | 0.59 | 0.11 | 0.11 | 0.80 |
| 10 | | 0.48 | 0.32 | T | 0.16 | 0.80 |
| 11 | | 0.41 | 0.37 | 0.11 | T | 0.61 |
| 12 | | 0.41 | 0.64 | 0.24 | 0.14 | 0.53 |
| 13 | | 0.63 | 0.40 | T | 0.16 | 1.30 |
| 14 | | 0.48 | 0.35 | 0.11 | 0.19 | 1.17 |
| 15 | | 0.33 | 0.51 | T | 0.37 | 0.40 |
| 16 | | 0.52 | 0.35 | T | 0.59 | 0.29 |
| 17 | | 0.37 | 0.39 | 0.16 | 0.49 | 0.27 |
| 18 | | 0.48 | 0.59 | 0.13 | 0.43 | 0.29 |
| 19 | | 0.48 | 0.46 | 0.11 | 0.83 | 0.16 |
| 20 | | 0.26 | 0.40 | T | 0.61 | 0.13 |
| 21 | | 0.30 | 0.29 | T | 1.20 | 0.13 |
| 22 | | — | 0.29 | 0.27 | 0.61 | 0.21 |
| 23 | | 0.44 | 0.43 | 0.35 | 0.27 | 0.59 |
| 24 | | 0.48 | 0.43 | 0.24 | 0.13 | 0.45 |
| 25 | 0.15 | 0.30 | 0.32 | 0.13 | 1.04 | 0.37 |
| 26 | T | 0.52 | 0.21 | T | 0.27 | 0.51 |
| 27 | 0.00 | 0.48 | 0.19 | 0.11 | 0.19 | 0.59 |
| 28 | 0.00 | 0.23 | 0.21 | 0.11 | 0.45 | 0.77 |
| 29 | 0.81 | 0.41 | 0.29 | T | 1.60 | 0.69 |
| 30 | 1.78 | 0.29 | 0.40 | 0.13 | 0.61 | 0.29 |
| 31 | 2.81 | 0.51 | — | — | — | 0.19 |
| V. P. | 0.8 | 0.45 | 0.38 | 0.17 | 0.39 | 0.44 |

| Día | 1958 | | | | | |
|-----|------|------|-------|------|------|------|
| | Enc. | Feb. | Marz. | Abr. | May. | Jun. |
| 1 | 0.22 | 0.55 | 0.55 | 0.52 | 0.12 | 1.40 |
| 2 | 0.41 | 0.52 | 0.33 | 0.76 | T | 2.57 |
| 3 | 0.28 | 0.62 | 0.31 | 1.17 | 0.12 | 2.50 |
| 4 | 0.25 | 0.48 | 0.10 | 0.40 | 0.12 | 1.88 |
| 5 | 0.25 | 0.31 | 0.17 | 0.21 | 0.10 | 0.86 |
| 6 | 0.29 | 0.38 | 0.29 | 0.88 | T | 1.24 |
| 7 | 0.29 | 0.50 | 0.24 | 0.14 | 0.29 | 1.07 |
| 8 | 0.29 | 0.64 | 0.64 | 1.07 | 0.62 | 1.29 |
| 9 | 0.21 | 0.52 | 1.07 | 0.26 | 0.14 | 1.29 |
| 10 | 0.26 | 0.60 | 0.60 | 0.81 | — | 0.64 |
| 11 | 0.83 | 0.45 | 0.48 | 1.05 | 0.24 | 0.29 |
| 12 | 1.50 | 0.57 | 0.93 | 0.88 | 0.55 | 0.33 |
| 13 | 1.81 | 0.52 | 1.09 | 0.79 | 0.25 | 0.40 |

* Durante marzo 1960 el nivel radiactivo subió como nunca en el trópico debido probablemente a los primeros ensayos atómicos de los franceses en el Sahara.

— = No se recibió la muestra para el examen.

** = Muestra perdida.

T. = Traza.

V. P. = Valor Promedio.

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 14 | 2.05 | 0.43 | 0.52 | 0.76 | 0.12 | 0.69 | 8 | 3.09 | 14.4 | 2.95 | 2.26 | T | T |
| 15 | 1.79 | 0.26 | 0.55 | 0.67 | T | 0.55 | 9 | 2.48 | 18.0 | 2.76 | 1.02 | T | 0.21 |
| 16 | 1.17 | 0.29 | 0.69 | 0.31 | T | 0.57 | 10 | 2.09 | 15.6 | 3.45 | 1.02 | 0.10 | 0.36 |
| 17 | 1.40 | 0.29 | 0.81 | 0.48 | 0.10 | 1.07 | 11 | 2.76 | 9.04 | 3.17 | 1.48 | 0.95 | T |
| 18 | 1.45 | 0.31 | 0.55 | 0.12 | 0.10 | 0.83 | 12 | 2.78 | 9.04 | 2.17 | 1.38 | 1.98 | 0.10 |
| 19 | 1.21 | 0.29 | 1.14 | T | 0.11 | 0.62 | 13 | 1.52 | 9.10 | 0.69 | 0.86 | 1.81 | T |
| 20 | 1.26 | 0.19 | 0.96 | 0.12 | 0.26 | 0.57 | 14 | 1.38 | 6.00 | 0.90 | 0.98 | 0.36 | T |
| 21 | 0.83 | 0.48 | 0.99 | 0.40 | 0.10 | 0.98 | 15 | 1.57 | 9.16 | 3.05 | 0.52 | 0.57 | T |
| 22 | 0.71 | 0.52 | 1.21 | 0.67 | 0.17 | 0.33 | 16 | 2.43 | 10.0 | 6.93 | 0.12 | 0.95 | 0.10 |
| 23 | 0.64 | 0.57 | 1.62 | 0.60 | 0.21 | 0.40 | 17 | 1.66 | 8.81 | 4.00 | 1.02 | 1.12 | 0.14 |
| 24 | 0.52 | 0.48 | 1.19 | 0.43 | 0.38 | 0.24 | 18 | 1.50 | 7.76 | 4.12 | 0.26 | 0.57 | 0.17 |
| 25 | 0.75 | 0.52 | 0.90 | 0.86 | 1.48 | 0.16 | 19 | 0.24 | 6.05 | 0.21 | 0.52 | 0.31 | T |
| 26 | 0.67 | 1.43 | 0.69 | 1.07 | 1.69 | 0.12 | 20 | 1.02 | 5.16 | 7.59 | 1.43 | 0.14 | 0.14 |
| 27 | 0.76 | 1.07 | 0.69 | 0.62 | 0.88 | 0.21 | 21 | 1.93 | 5.26 | 7.26 | 2.02 | 0.14 | 0.33 |
| 28 | 0.57 | 0.71 | 0.21 | 0.93 | 1.48 | 0.21 | 22 | 2.55 | 4.52 | 3.62 | 1.09 | T | 0.29 |
| 29 | 0.67 | | 0.14 | 0.31 | 1.31 | 0.50 | 23 | 4.17 | 4.76 | 1.95 | 1.69 | 0.10 | T |
| 30 | 0.21 | | 0.17 | 0.14 | 1.02 | 0.67 | 24 | 6.40 | 3.09 | 1.52 | 1.21 | T | 0.64 |
| 31 | 0.50 | | 0.45 | | 0.36 | | 25 | 7.00 | 7.21 | 1.45 | 1.02 | T | 0.09 |
| V. P. | 0.76 | 0.52 | 0.65 | 0.65 | 0.41 | 0.81 | 26 | 5.71 | 6.76 | 4.12 | 0.83 | 0.26 | 0.19 |
| | | | | | | | 27 | 4.85 | 2.88 | 2.78 | 2.12 | 0.29 | T |
| | | | | | | | 28 | 4.64 | 1.17 | 2.09 | 2.09 | T | T |
| | | | | | | | 29 | 5.90 | | 2.05 | 0.60 | 0.19 | 0.26 |
| | | | | | | | 30 | 3.40 | | 1.84 | 1.40 | T | 0.10 |
| | | | | | | | 31 | 3.74 | | 1.57 | | T | |
| | | | | | | | V. P. | 2.84 | 7.02 | 2.72 | 1.34 | 0.38 | 0.13 |

1958

| Día | Jul. | Agos. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Día | Jul. | Agos. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|-------|------|-------|------|------|------|------|-----|------|-------|------|------|------|------|
| 1 | 0.62 | 5.19 | 3.12 | 2.28 | 0.53 | 4.00 | 1 | 0.12 | 0.40 | T | T | T | T |
| 2 | 0.19 | 0.98 | 3.24 | 1.18 | 0.55 | 2.64 | 2 | 0.12 | 0.14 | T | T | T | 0.09 |
| 3 | T | 3.05 | 1.65 | 1.55 | 0.67 | 1.43 | 3 | 0.14 | 0.14 | T | T | T | T |
| 4 | 0.29 | 2.90 | 2.34 | 0.45 | 0.64 | 0.88 | 4 | 0.12 | 0.10 | T | T | T | T |
| 5 | 0.19 | 1.93 | 1.27 | 2.43 | 0.83 | 0.29 | 5 | T | T | 0.10 | T | T | T |
| 6 | 0.36 | 1.40 | 2.34 | 1.31 | 0.62 | 0.36 | 6 | 0.14 | T | T | T | T | T |
| 7 | 1.24 | 1.98 | 2.17 | 0.83 | 0.62 | 0.38 | 7 | T | 0.12 | T | T | T | T |
| 8 | 0.83 | 1.29 | 3.63 | 0.81 | 0.93 | 0.66 | 8 | T | 0.17 | T | T | T | T |
| 9 | 1.36 | 0.79 | 2.59 | 1.19 | 0.86 | 1.40 | 9 | 0.26 | 0.24 | 0.10 | T | T | T |
| 10 | 2.62 | 1.48 | 5.31 | 0.69 | 0.57 | 1.90 | 10 | 0.48 | 0.26 | T | T | T | T |
| 11 | 1.88 | 2.02 | 5.09 | 0.36 | 0.48 | 4.13 | 11 | 0.12 | 0.12 | T | T | T | T |
| 12 | 1.36 | 1.36 | 3.62 | 0.26 | 0.52 | 4.46 | 12 | 0.12 | 0.10 | T | T | T | 0.14 |
| 13 | 1.71 | 1.24 | 2.95 | 0.36 | 0.48 | 3.38 | 13 | 0.10 | T | T | T | T | 0.11 |
| 14 | 1.19 | 2.43 | 2.12 | 0.36 | 0.93 | 1.50 | 14 | 0.14 | 0.10 | T | T | 0.48 | 0.09 |
| 15 | 3.21 | 3.12 | 2.14 | 0.41 | 0.48 | 1.02 | 15 | 0.10 | 0.24 | T | T | T | — |
| 16 | 3.05 | 2.62 | 2.14 | 0.22 | 0.36 | 1.00 | 16 | T | 0.10 | T | T | T | T |
| 17 | 6.16 | 0.93 | 3.90 | 0.36 | 1.09 | 0.60 | 17 | T | 0.10 | T | T | T | T |
| 18 | 6.35 | 1.33 | 4.02 | 1.05 | 1.14 | 3.31 | 18 | T | T | T | T | T | T |
| 19 | 8.90 | 1.43 | 3.17 | T | 0.50 | 2.76 | 19 | 0.21 | T | T | T | T | T |
| 20 | 7.40 | 0.67 | 1.98 | 1.93 | 0.45 | 1.55 | 20 | T | 0.17 | T | T | T | T |
| 21 | 9.95 | 1.38 | 2.55 | 1.43 | 0.48 | 1.71 | 21 | T | 0.12 | T | T | T | T |
| 22 | 1.76 | 2.76 | 1.74 | 1.51 | 0.79 | 2.00 | 22 | T | T | T | T | T | T |
| 23 | 1.26 | 2.69 | 0.86 | 0.94 | 0.52 | 1.67 | 23 | T | T | 0.10 | T | — | T |
| 24 | 3.97 | 1.17 | 0.83 | 0.62 | 0.21 | 0.86 | 24 | T | T | T | T | T | T |
| 25 | 4.43 | 0.93 | 1.00 | 1.14 | 0.52 | 1.93 | 25 | T | T | T | T | T | T |
| 26 | 4.45 | 0.81 | 1.67 | 0.48 | 0.60 | 2.59 | 26 | T | T | T | T | T | T |
| 27 | 1.50 | 0.88 | 2.17 | 0.24 | 0.33 | 3.55 | 27 | T | T | T | T | T | T |
| 28 | 2.36 | 1.62 | 2.05 | 0.12 | 0.36 | 1.83 | 28 | T | T | T | T | T | T |
| 29 | 3.26 | 0.93 | 1.90 | 0.36 | 0.33 | 1.50 | 29 | T | T | T | T | T | T |
| 30 | 2.86 | 1.09 | 1.40 | 0.40 | 2.87 | 1.86 | 30 | T | T | T | T | T | T |
| 31 | 3.97 | 2.09 | | 0.48 | | 1.36 | 31 | T | — | | T | | T |
| V. P. | 2.86 | 1.76 | 2.50 | 0.83 | 0.68 | 1.89 | | | | | | | |

1959

| Día | Enc. | Feb. | Marz. | Abr. | May. | Jun. | | | | | | | |
|-----|------|------|-------|------|------|------|--|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 1.59 | 3.40 | 1.55 | 1.69 | 0.83 | T | | | | | | | |
| 2 | 1.98 | 3.78 | 2.00 | 1.31 | 0.52 | 0.10 | | 0.09 | 0.11 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.04 |
| 3 | 2.36 | 4.02 | 0.62 | 1.57 | 0.14 | 0.17 | | | | | | | |
| 4 | 3.05 | 3.88 | 1.38 | 1.79 | 0.12 | T | | | | | | | |
| 5 | 1.67 | 2.86 | 1.98 | 1.88 | T | T | | | | | | | |
| 6 | 2.19 | 6.35 | 1.93 | 2.83 | T | 0.12 | | | | | | | |
| 7 | 0.45 | 5.02 | 2.76 | 2.19 | 0.17 | 0.10 | | | | | | | |

Como frecuentemente se harán algunas referencias a las explosiones atómicas y al aumento de la radiactividad del aire en Bogotá en ciertos días, se da a continuación la lista de las explosiones atómicas de las tres potencias, desde Junio de 1957, hasta Noviembre de 1958.

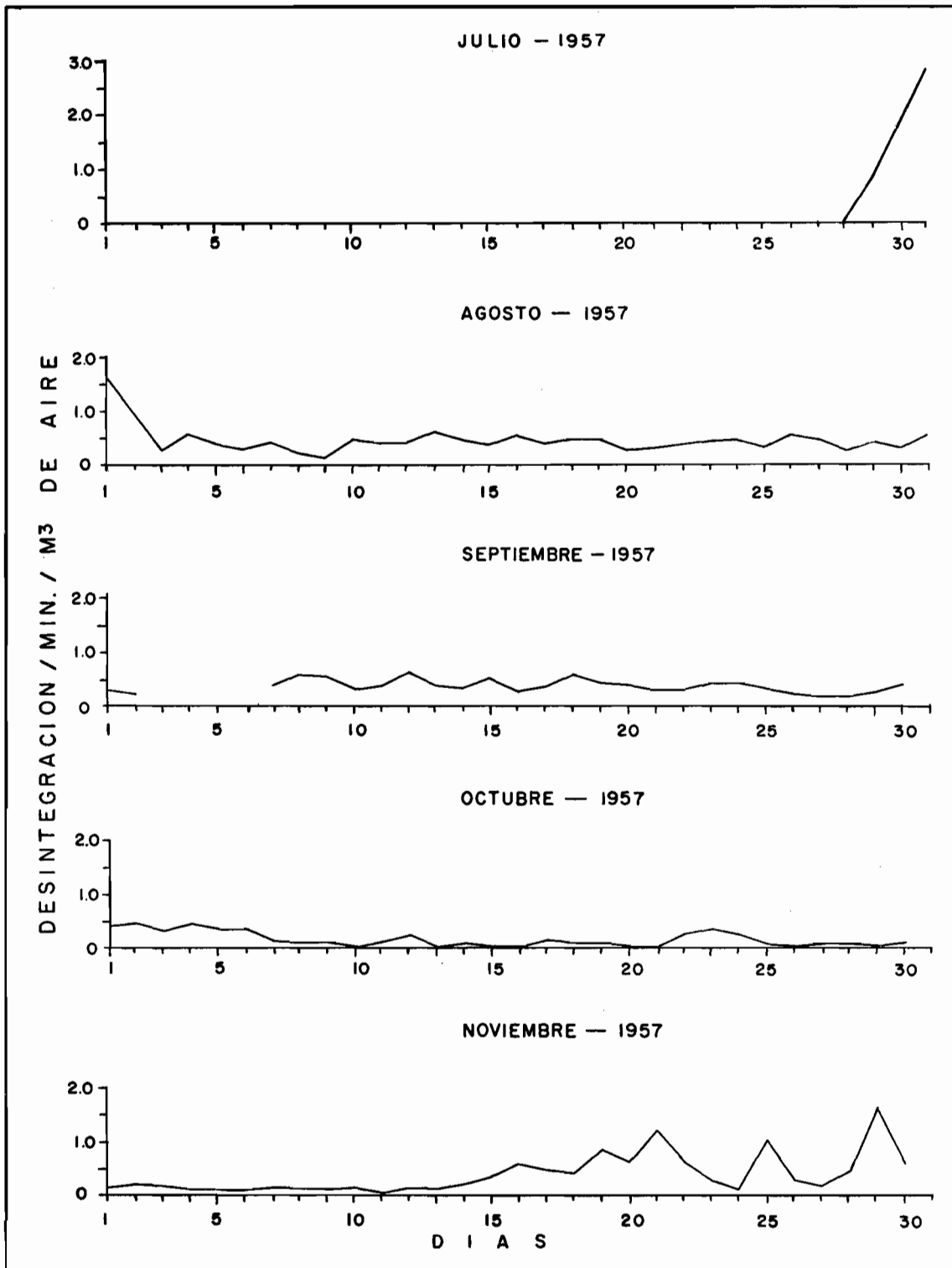


Figura 2

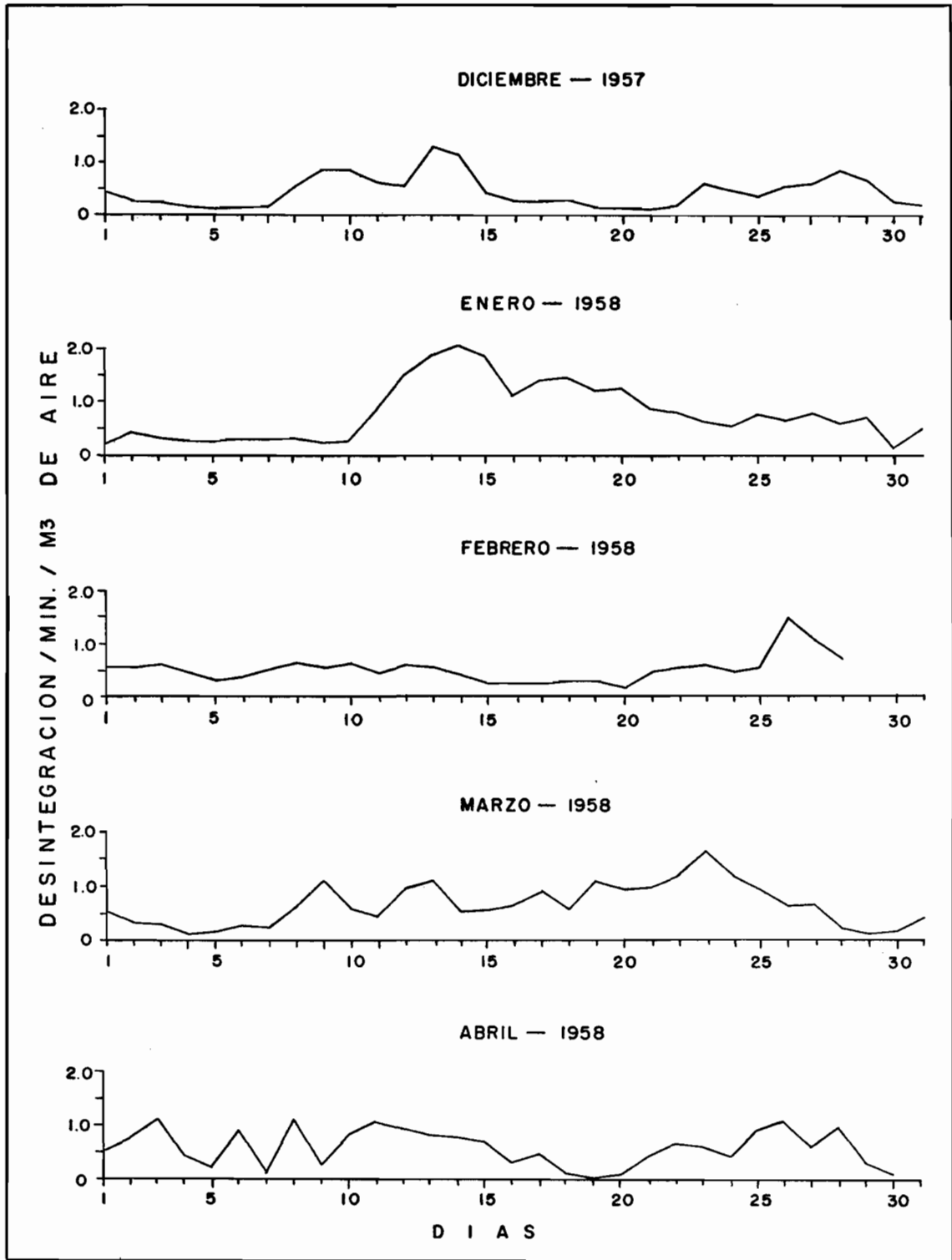


Figura 3

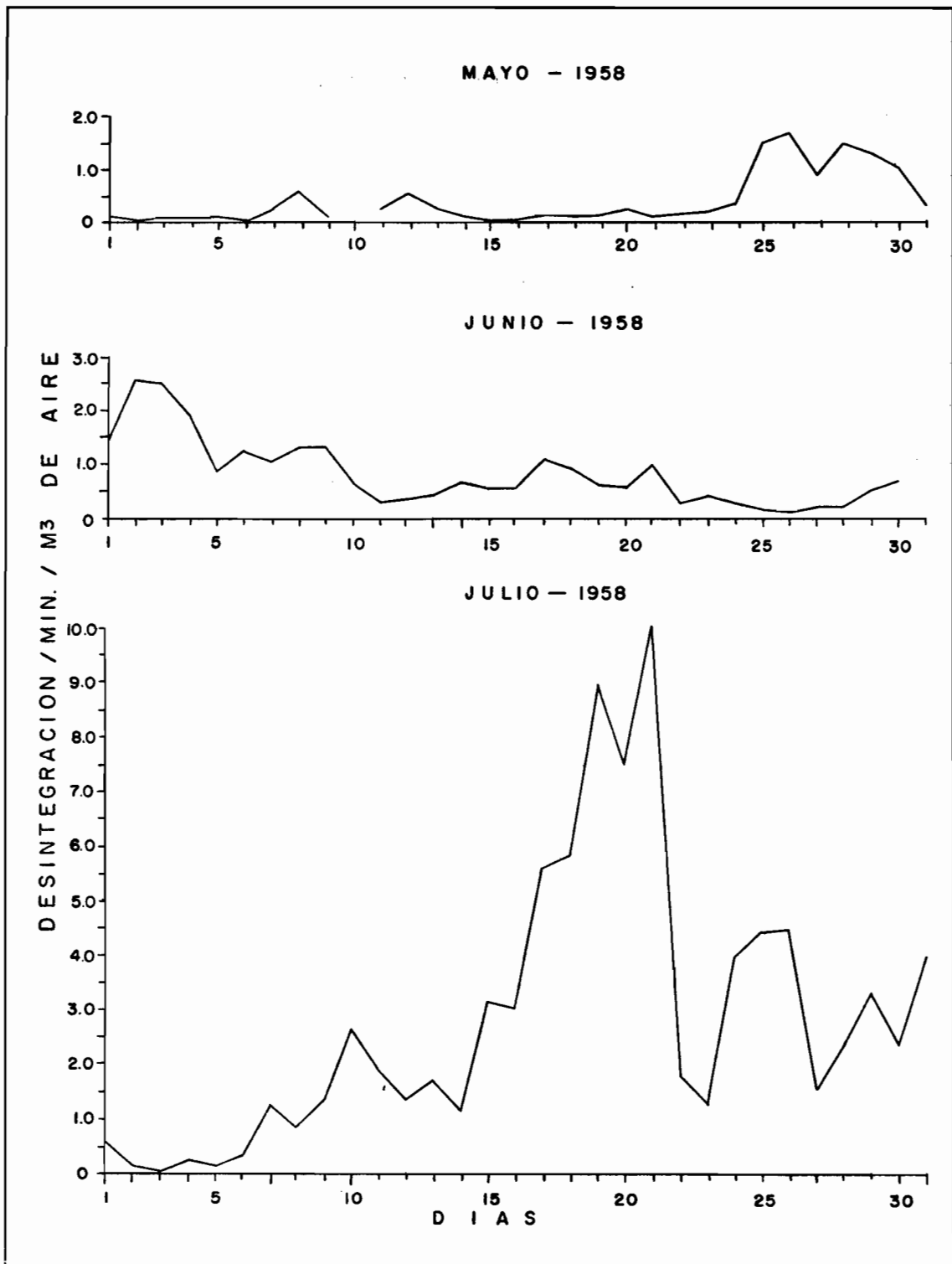


Figura 4

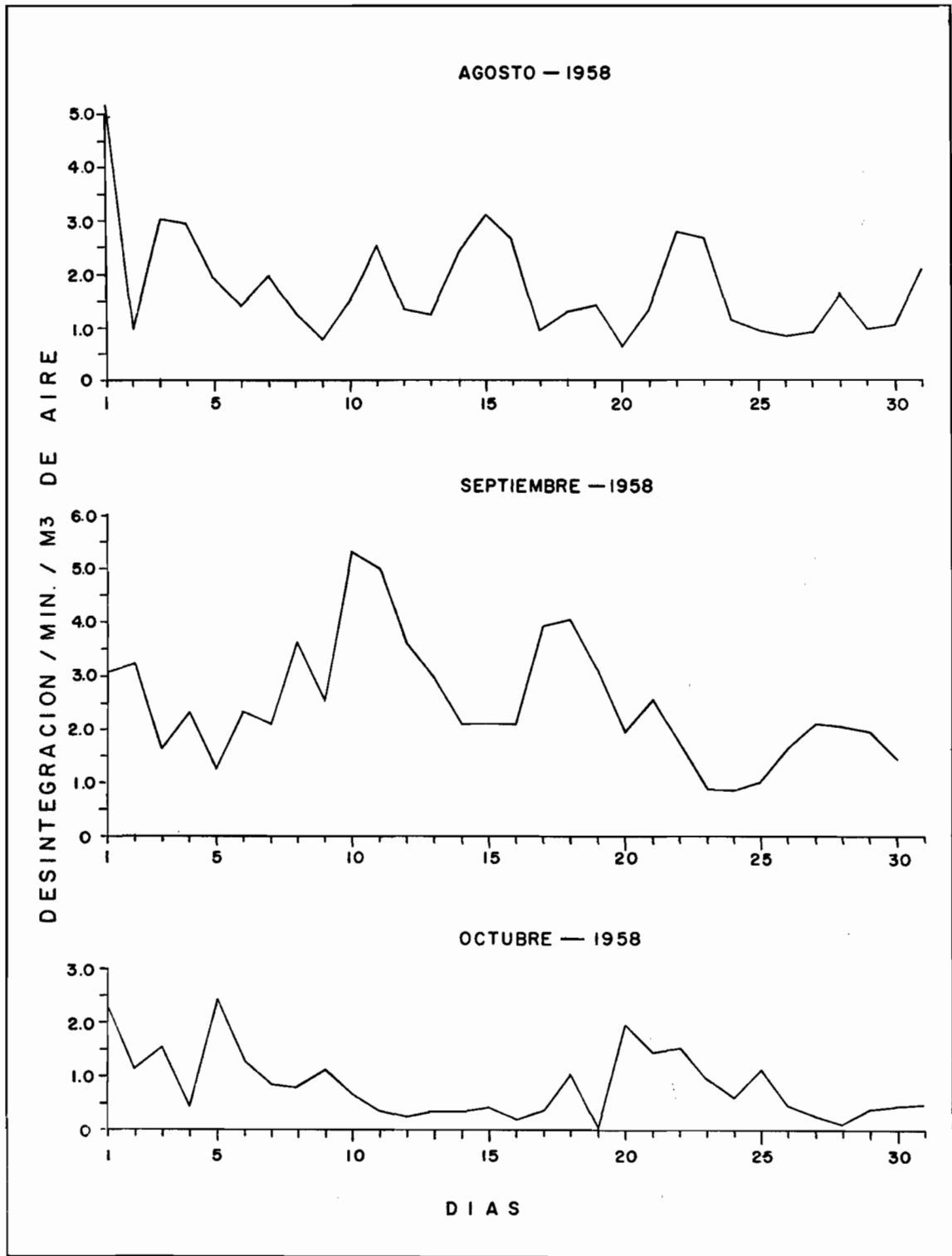


Figura 5

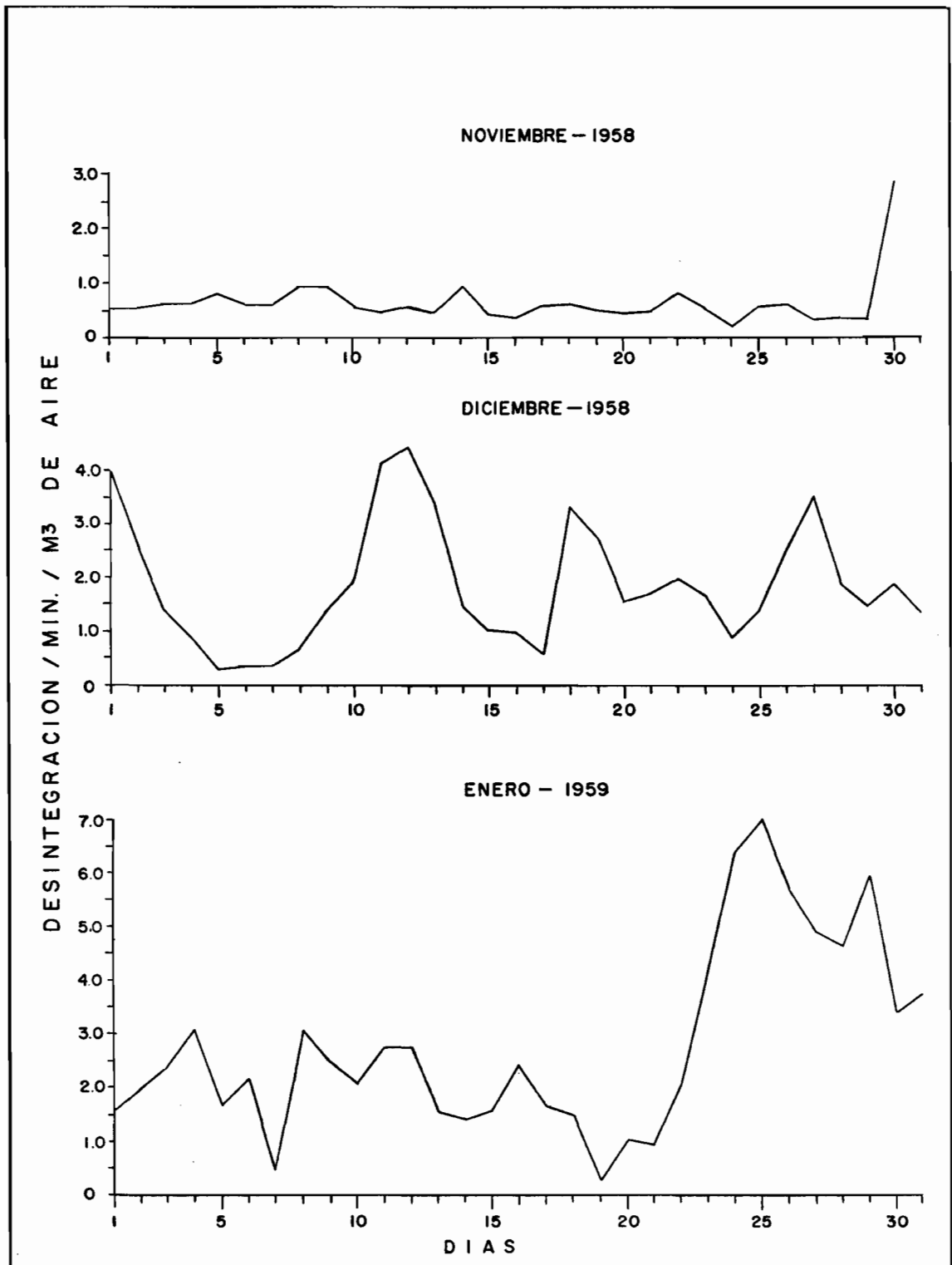


Figura 6

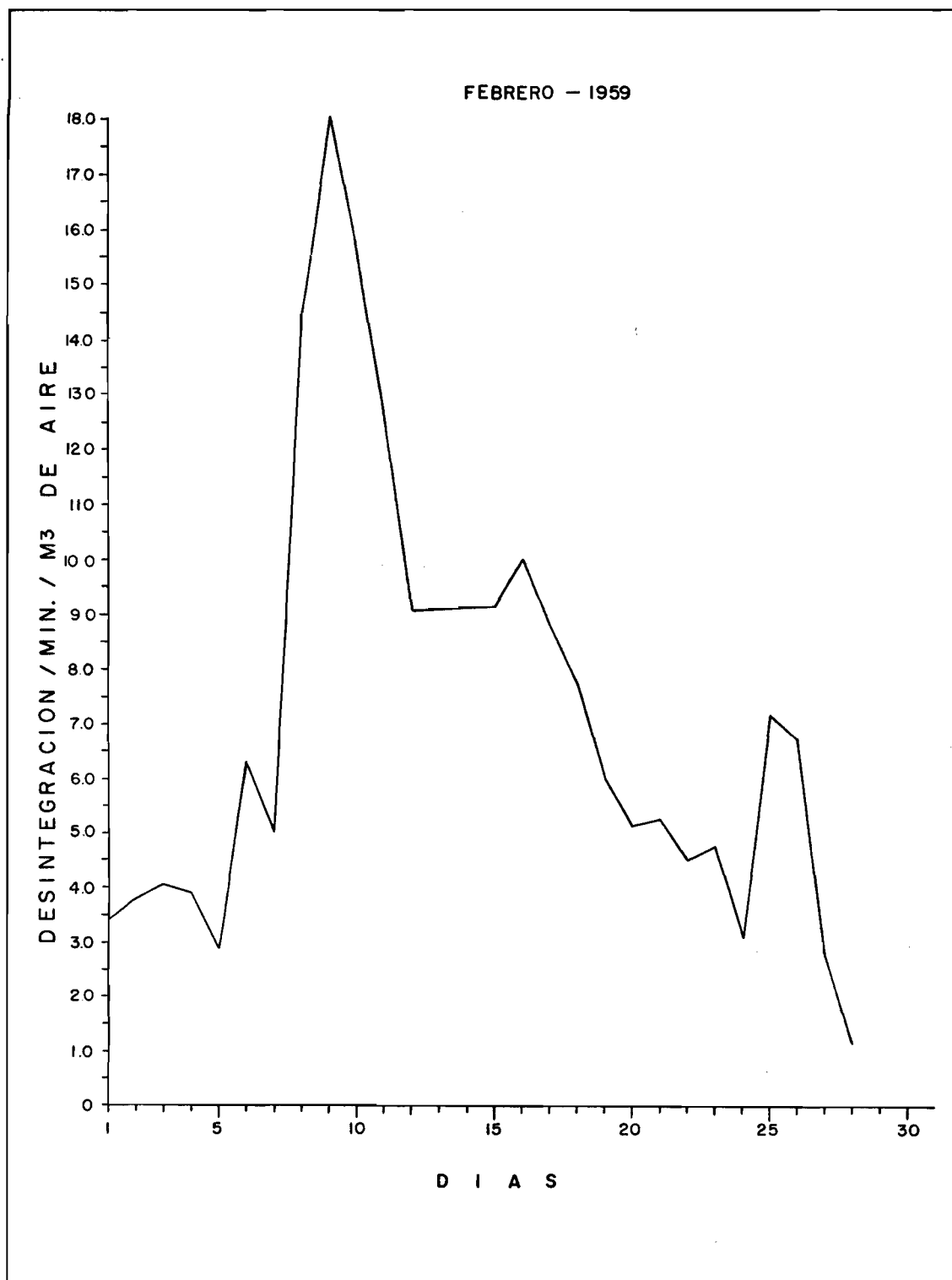
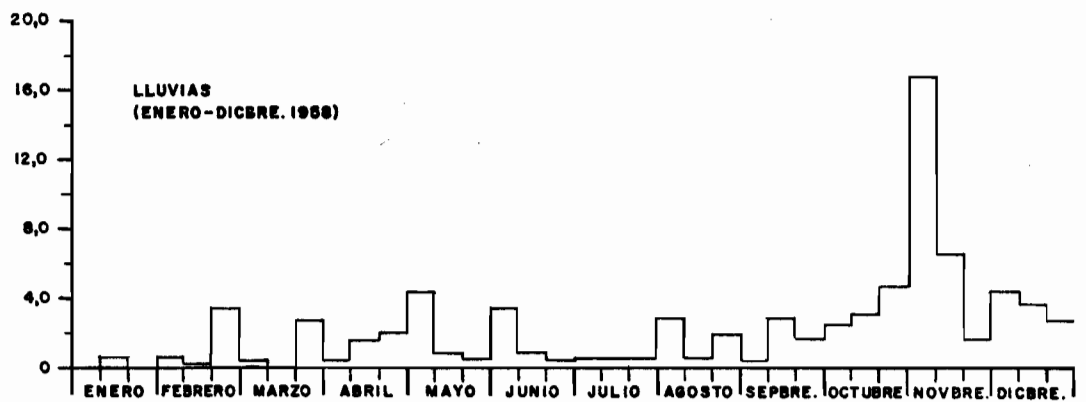
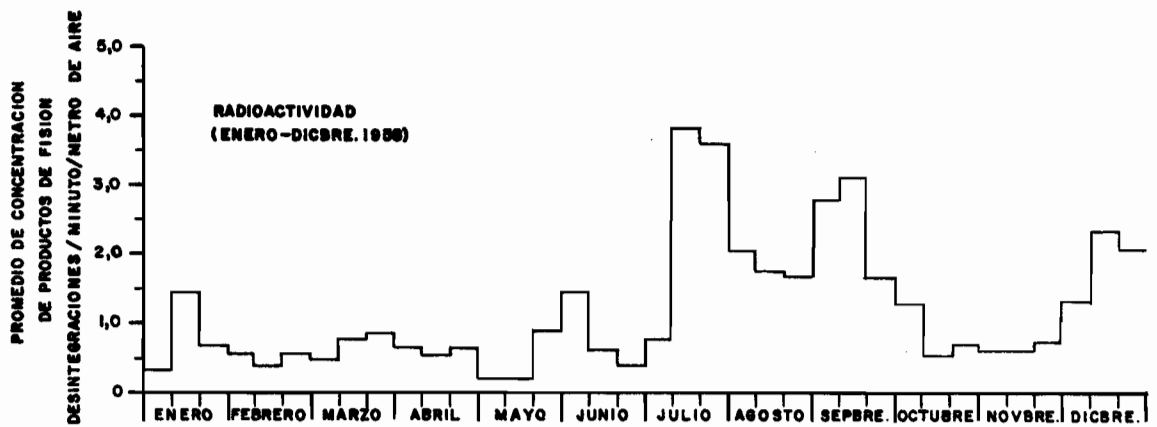
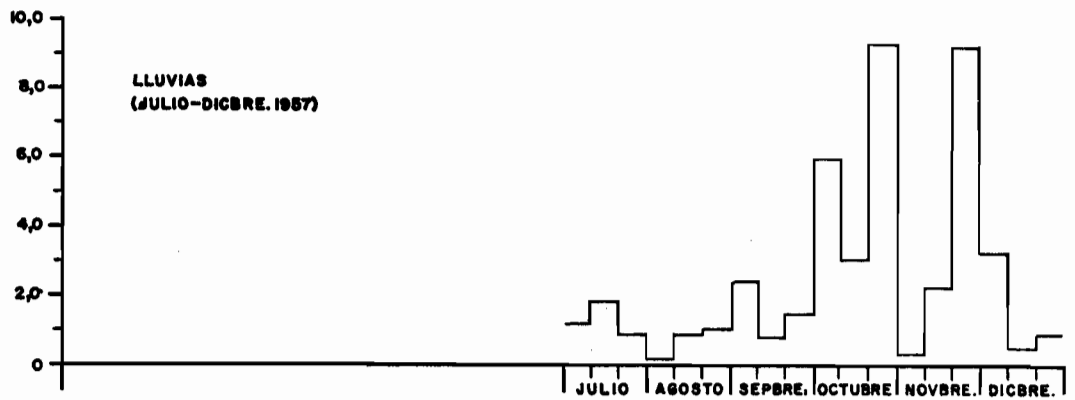
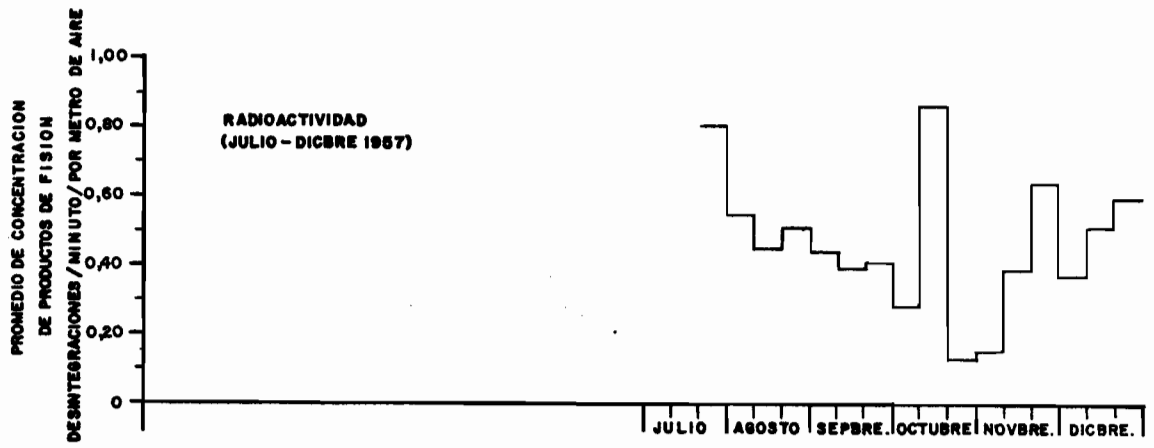
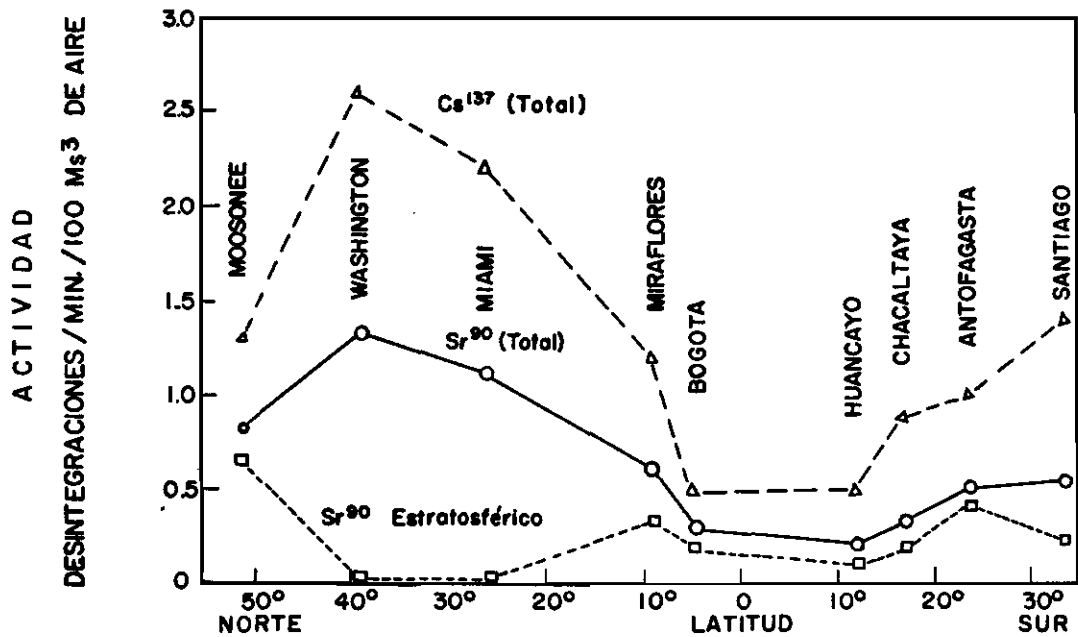


Figura 7

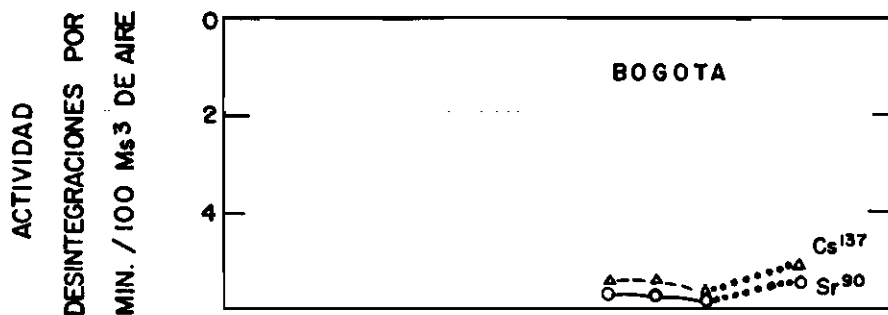


PERFILES COMPARATIVOS ENTRE LA RADIOACTIVIDAD DEL AIRE Y LA LLUVIA EN BOGOTA

Figura 8



VARIACION DEL Sr⁹⁰ Y Cs¹³⁷ EN EL AIRE SEGUN LA LATITUD EN DICIEMBRE DE 1957



PRODUCTOS DE FISIÓN DE LARGA DURACION EN EL AIRE

Figura 9

| Nº | Fecha | Tiempo local | Nombre | Tipo | Tamaño | Altura de nube en ms. | Localización |
|----|---------------|--------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--|
| 1 | 19 Junio | 0440 PDT | Hood | 496 m. globo | Bomba de Hidrógeno | 16.000 | Isla Christmas (Inglaterra) |
| 2 | 5 Julio | 0430 PDT | Diablo | 152 m. torre de aire | varias docenas de kilotonos | 11.000 | Nevada (Plummbobb) (E.E. U.U.) |
| 3 | 15 Julio | 0700 PDT | John | 152 m. torre | unos pocos kilotonos | 10.000 | " |
| 4 | 19 Julio | 0450 PDT | Kepler | 152 m. globo | unos 10 kilotonos | 13.000 | " |
| 5 | 24 Julio | 0630 PDT | Owens | Subterránea | unos 10 kilotonos | 2.000 | " |
| 6 | 25 Julio | 0100 PDT | Pascal A | 496 m. globo | Inocua | 13.500 | " |
| 7 | 26 Julio | 0525 PDT | Stokes | 152 m. torre | unos 20 kilotonos | 11.000 | " |
| 8 | 7 Agosto | 0500 PDT | Shasta | | menos de 20 kilotonos | | " |
| 9 | 18 Agosto | | | | Tamaño notable | | " |
| 10 | 22 Agosto | | | | unos 10 kilotonos | 14.000 | Siberia (Rusia) |
| 11 | 23 Agosto | 0530 PDT | Doppler | 496 m. globo | unos 10 kilotonos | 14.000 | (Plummbobb) (E.E. U.U.) |
| 12 | 30 Agosto | 0540 PDT | Franklin-Prime | 229 m. globo | | 11.000 | " |
| 13 | 31 Agosto | 0530 PDT | Smoky | 213 m. torre | más de 20 kilotonos | 14.000 | " |
| 14 | 2 Septiembre | 0540 PDT | Galileo | 152 m. torre | más de 10 kilotonos | 13.500 | " |
| 15 | 6 Septiembre | 0545 PDT | Wheeler | 152 m. globo | unos pocos kilotonos | 5.500 | " |
| 16 | 6 Septiembre | 1305 PDT | Coulomb B | Superficie | inocua | 6.000 | " |
| 17 | 8 Septiembre | 0600 PDT | La Place | 229 m. globo | unos pocos kilotonos | 6.700 | " |
| 18 | 9 Septiembre | 57* | | | Moderada intensidad | | " |
| 19 | 14 Septiembre | 57 | | Torre | unos 10 kilotonos | 13.400 | Siberia (Rusia) |
| 20 | 14 Septiembre | 57 | Fizeau | 152 m. torre | unos 10 kilotonos | 11.000 | Campo de pruebas de Maralinga (Ingla.) |
| 21 | 16 Septiembre | 57 | Newton | 496 m. globo | unos 10 kilotonos | | (Plummbobb) (E.E. U.U.) |
| 22 | 19 Septiembre | 57 | Rainier | Subterránea profunda | | | " |
| 23 | 23 Septiembre | 57 | Whitney | 152 m. torre | 1.7 KT no nuclear cloud | | " |
| 24 | 24 Septiembre | 57 | | | menos de 20 kilotonos | 10.000 | " |
| 25 | 25 Septiembre | 57 | | | Tamaño megatón | | (Rusia) |
| 26 | 28 Septiembre | 57 | | Globo | unos 10 kilotonos | 11.000 | Campo de pruebas de Maralinga (Ingla.) |
| 27 | 6 Octubre | | Charleston | torre | | | (Plummbobb) (E.E. U.U.) |
| 28 | 7 Octubre | | | 496 m. globo | unos pocos kilotonos | | (Rusia) |
| 29 | 9 Octubre | | Morgan | 152 m. globo | | 13.400 | Nevada (Plummbobb) (E.E. U.U.) |
| 30 | 10 Octubre | | | Hidrógeno | | | Campo de pruebas de Maralinga (Ingla.) |
| 31 | 8 Noviembre | | | Artefacto de Explosión pequeña | | | (Rusia) |
| 32 | 28 Diciembre | | | | Bomba de Hidrógeno | | (Inglaterra) |
| 33 | 23 Febrero | 58 | | | Tamaño megatón | | Siberia (Rusia) |
| 34 | 27 Febrero | 58 | | | Tamaño megatón | | (Rusia) |
| 35 | 27 Febrero | 58 | | | Tamaño megatón | | " |
| 36 | 14 Marzo | 58 | | | No llega a megatón | | " |
| 37 | 14 Marzo | 58 | | | No llega a megatón | | " |
| 38 | 15 Marzo | 58 | | | No llega a megatón | | " |
| 39 | 20 Marzo | 58 | | | Tamaño pequeño | | " |
| 40 | 22 Marzo | 58 | | | Tamaño más grande | | " |

| Nº | Fecha | Tiempo local | Nombre | Tipo | Tamaño | Altura de nube en mts. | Localización |
|----|---------------|--------------|------------|---------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| 41 | 22 Marzo | | | Globo | Tamaño medio | | Arctic |
| 42 | 28 Abril | | | | | | (Hardtack I) (E.E. U.U.) |
| 43 | 28 Abril | | | | | | (Inglaterra) |
| 44 | 12 Mayo | | | | | | (Hardtack I) (E.E. U.U.) |
| 45 | 13 Mayo | 0560 | | | | | " |
| 46 | 26 Mayo | 0630 | | | | | " |
| 47 | 11 Junio | 1400 | | | | | " |
| 48 | 15 Junio | 0530 | | | | | " |
| 49 | 15 Junio | 0530 | | | | | " |
| 50 | 28 Junio | 0630 | | | | | " |
| 51 | 28 Junio | 0530 | | | | | " |
| 52 | 29 Junio | 0630 | | | | | " |
| 53 | 3 Julio | 0730 | | | | | " |
| 54 | 6 Julio | 0530 | | | | | " |
| 55 | 12 Julio | 0630 | | | | | " |
| 56 | 27 Julio | 1530 | | | | | " |
| 57 | 31 Julio | 0830 | | | | | " |
| 58 | 1 Agosto | | Missile | | | | Gran Altura |
| 59 | 11 Agosto | | Missile | | | | Isla Johnston |
| 60 | 12 Agosto | | | | | | Gran Altura |
| 61 | 2 Septiembre | | | | | | Isla Johnston |
| 62 | 11 Septiembre | | | Globo | Bomba de Hidrógeno | | (Inglaterra) |
| 63 | 12 Septiembre | 1300 PDT | Otero | Avión | inocua | 3.000 | Isla Christmas |
| 64 | 17 Septiembre | 1230 PDT | Bernalillo | 152 m. pozo | inocua | 2.800 | (Hardtack II) (E.E. U.U.) |
| 65 | 19 Septiembre | 0700 PDT | Eddy | 152 m. globo | sub-kilotón | 3.700 | " |
| 66 | 21 Septiembre | 1200 PDT | Luna | 152 m. pozo | inocua | | " |
| 67 | 23 Septiembre | | | | | | " |
| 68 | 26 Septiembre | 1300 PDT | Valencia | 152 m. pozo | inocua | 2.500 | (Inglaterra) |
| 69 | 27 Septiembre | 1700 PDT | Mars | Túnel | inocua | 3.400 | (Hardtack II) (E.E. U.U.) |
| 70 | 29 Septiembre | 0605 PST | Nora | 496 m. globo | como kilotón | | " |
| 71 | 30 Septiembre | | | | más que moderada | | " |
| 72 | 30 Septiembre | | | | más que moderada | | (Rusia) |
| 73 | 2 Octubre | | | | moderada | | " |
| 74 | 2 Octubre | | | | moderada | | " |
| 75 | 5 Octubre | | | | | | " |
| 76 | 5 Octubre | 0315 PST | Colfax | 152 m. pozo | inocua | 2.000 | (Hardtack II) (E.E. U.U.) |
| 77 | 8 Octubre | 1400 PST | Tamalpais | Túnel | sub-kilotón | | " |
| 78 | 10 Octubre | 0630 PST | Quay | 30 m. torre | sub-kilotón | 3.300 | " |
| 79 | 10 Octubre | | | Relativa-mente alta | | | Arctic (Rusia) |

| Nº | Fecha | Tiempo local | Nombre | Tipo | Tamaño | Altura de nube en mts. | Localización |
|-----|-------------|--------------|------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------|
| 80 | 12 Octubre | 0520 PST | Lea | 496 m. globo | Grande como kilotón | 5500 | Arctic (Rusia) |
| 81 | 13 Octubre | 1000 PST | Neptune | Túnel | Segura | 3.700 | (Hardtack II) (E.E. U.U.) |
| 82 | 14 Octubre | 0800 PST | Hamilton | 15 m. torre de madera | Sub-kilotón unos pocos kilotones | 2.000 | " " |
| 83 | 15 Octubre | | Logan = | Túnel | Grande ** | | " " |
| 84 | 15 Octubre | 2200 PST | | | sub-kilotón | | (Rusia) |
| 85 | 15 Octubre | 0620 PST | Doña Ana | 152 m. globo | Grande ** | 3.700 | (E.E. U.U.) |
| 86 | 16 Octubre | 1500 PST | Vesta | Superficie | Segura | 3.300 | " " |
| 87 | 17 Octubre | 0625 PST | Río Arriba | 21 m. torre de madera | Sub-kilotón | 4.300 | " " |
| 88 | 18 Octubre | | | | Grande ** | | (Rusia) |
| 89 | 18 Octubre | | | | Pequeña | | " " |
| 90 | 19 Octubre | | | | Grande ** | | " " |
| 91 | 20 Octubre | | | | Grande ** | | " " |
| 92 | 22 Octubre | | | | Grande ** | | " " |
| 93 | 22 Octubre | 0530 PST | Socorro | 496 m. globo | unos 10 kilotones | 8.300 | (Hardtack II) (E.E. U.U.) |
| 94 | 22 Octubre | 0850 PST | Wrangell | 496 m. globo | unos 10 kilotones | 3.700 | " " |
| 95 | 22 Octubre | 1540 PST | Rushmore | 152 m. globo | como kilotón | 3.900 | " " |
| 96 | 24 Octubre | 0700 PST | Catron | 23 m. torre de madera | Segura | 3.000 | " " |
| 97 | 24 Octubre | 0801 PST | Juno | Superficie | Segura | 3.000 | " " |
| 98 | 24 Octubre | | | | Grande ** | | (Rusia) |
| 99 | 25 Octubre | | | | Relativamente grande | | " " |
| 100 | 26 Octubre | 0220 PST | Sanford | 496 m. globo | unos pocos kilotones | 8.500 | (Hardtack II) (E.E. U.U.) |
| 101 | 26 Octubre | 0800 PST | deBaca | 496 m. globo | unos pocos kilotones | 5.500 | " " |
| 102 | 27 Octubre | 0630 PST | Chaves | 8 m. torre de madera | Segura | 2.000 | " " |
| 103 | 28 Octubre | 1600 PST | Evans | Túnel | unos pocos kilotones | | " " |
| 104 | 29 Octubre | 0320 PST | Mazama | 15 m. torre de acero | Sub-kilotón | 2.000 | " " |
| 105 | 29 Octubre | 0645 PST | Humboldt | 8 m. torre de madera | Sub-kilotón | 2.500 | " " |
| 106 | 29 Octubre | 1900 PST | Santa Fe | 496 m. globo | como kilotón | 6.000 | " " |
| 107 | 30 Octubre | 0300 PST | Ganymede | Superficie | Segura | baja | " " |
| 108 | 30 Octubre | 0700 PST | Blanca | Túnel | unos 20 kilotones | | " " |
| 109 | 30 Octubre | 1234 PST | Titania | 8 m. torre de madera | segura | 2.000 | " " |
| 110 | 1 Noviembre | | | | Relativamente alta | | (Rusia) |
| 111 | 3 Noviembre | | | | Relativamente alta | | " " |

* Fecha en que se anunció, no necesariamente fecha de la explosión.

** Siete de estas explosiones se anunciaron como de gran poder explosivo, lo que quiere decir que es igual a millones de toneladas de TNT.

ANALISIS RADIOQUIMICO DE LAS MUESTRAS DE FILTRO DE AIRE
RECOGIDAS EN DICIEMBRE DE 1957

| Estación | Lluvias | | Radiactividad (desintegraciones por minuto por 100 metros cúbicos de aire) | | | | | | | | Porcentaje | proporción | edad en días | proporción | edad en días |
|-------------------------|---------|-----|--|--------|-------|------|--------|-------|--------|--------|------------|------------|--------------|------------|--------------|
| | días | mm. | total | Ce 141 | Sr 89 | Y 91 | Ce 144 | Sr 90 | Cs 137 | Pb 210 | | | | | |
| Hemisferio Norte | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moosonee | 18 | 59 | 120 | 28 | 7.4 | 19 | 9.3 | 0.82 | 1.3 | — | 0.68 | 9 | 250 | 3.0 | 50 |
| Washington | 12 | 133 | 310 | 24 | 24 | 46 | 27 | 1.3 | 2.6 | 2.1 | 0.42 | 18 | 190 | 0.9 | 110 |
| Miami | 10 | 63 | 340 | 50 | 29 | 65 | 31 | 1.1 | 2.2 | 0.90 | 0.32 | 28 | 155 | 1.6 | 80 |
| Miraflores | 5 | 7 | 160 | 22 | 14 | 24 | 8.9 | 0.61 | 1.2 | — | 0.38 | 22 | 170 | 2.5 | 60 |
| Bogotá | 5 | 30 | 57 | 10.4 | 6.1 | 9.6 | 5.6 | 0.30 | 0.49 | — | 0.53 | 20 | 175 | 1.9 | 75 |
| Hemisferio Sur | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lima | 4 | 4 | 23 | 2.0 | 5.3 | 3.2 | 2.6 | 0.24 | 0.59 | — | 1.0 | 22 | 170 | 0.77 | 115 |
| Huancayo | 21 | 65 | 28 | 2.2 | 3.1 | 4.1 | 1.5 | 0.20 | 0.49 | — | 1.71 | 16 | 200 | 1.5 | 85 |
| Chacaltaya | 3 | 10 | 38 | 1.2 | 1.8 | 3.6 | 2.5 | 0.37 | 0.88 | 0.92 | 0.97 | 4.9 | 300 | 0.48 | 145 |
| Antofagasta | 0 | 0 | 47 | 2.5 | 2.2 | 4.2 | 4.5 | 0.51 | 1.00 | 0.48 | 1.1 | 4 | 300 | 0.56 | 135 |
| Santiago | — | — | 32 | 5.3 | 2.9 | 12 | 4.00 | 0.54 | 1.4 | — | 1.7 | 5.4 | 270 | 1.3 | 90 |

BOGOTA — COLOMBIA

ANALISIS RADIOQUIMICOS DE MUESTRAS DE FILTRO DE AIRE

Desintegración por minuto por cien (100) metros cúbicos de aire

| MES | AÑO | DIA | mm. | Total | Ce 141* | Sr 89* | Y 91* | Ce 144 | Sr 90 | Cs 137 | Pb 210 | Sr 90/Tota | Sr 89/Sr 90 | Cs 137/Sr 90 |
|------------|------|-----|-----|-------|---------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|------------|-------------|--------------|
| Agosto | 1957 | 17 | 20 | 46 | 6.9 | 4.9 | 8.3 | 4.4 | 0.15 | 0.29 | — | 0.0033 | 33 | 2.0 |
| Septiembre | 1957 | 10 | 34 | 49 | 4.2 | 4.0 | 6.4 | 3.1 | 0.14 | 0.31 | — | 0.0029 | 30 | 2.2 |
| Octubre | 1957 | 21 | 181 | 23 | 0.00 | 1.3 | 2.5 | 1.9 | 0.098 | 0.20 | — | 0.0043 | 13 | 2.0 |
| Diciembre | 1957 | 5 | 30 | 57 | 10.4 | 6.1 | 9.6 | 5.6 | 0.30 | 0.49 | — | 0.0053 | 20 | 1.6 |

Algunos resultados de las 21 Estaciones del Hemisferio Occidental

En general existe un aumento exponencial en la concentración del Estroncio-90 durante los últimos 2 años. La concentración en la superficie del terreno es mayor en los Estados Unidos que en cualquier otra área del mundo. Parece que la mayor cantidad del polvo radiactivo se observa en la latitud general de 20° a 60° en el Hemisferio Norte y algo semejante pero en menor cantidad en las mismas latitudes (Perú, Bolivia y Norte de Chile) en el Hemisferio Sur. Debido quizá a la circulación de los vientos estratosféricos, y a las pruebas de los ensayos nucleares de los ingleses en el Pacífico Sur, se nota un notable aumento en estas mismas latitudes del Hemisferio Sur durante algunas estaciones del año.

Entonces por primera vez se notó que la concentración de productos de fisión del aire en el Hemisferio Sur sobrepasaba la del Hemisferio Norte.

La explosión nuclear rusa de Diciembre 28 de 1957 hizo que los niveles de radiactividad de Enero a Febrero de 1958 fueran más altos que los de Noviembre y Diciembre de 1957.

Debido a la serie de ensayos atómicos de Rusia a fines de Febrero de 1958, la radiactividad aumentó de una manera notable en todo el Hemisferio Norte. A pesar de esta alta concentración en el Hemisferio Norte no hay indicios de transferencia de esta radiactividad al Hemisferio Sur en donde la radiactividad según los análisis radioquímicos se debió primariamente a las pruebas nucleares antiguas y quizá también a la caída del viejo polvo estratosférico. La pequeña subida de Mayo y Junio se debió a los ensayos nucleares de los ingleses en la Isla Christmas y a la contribución dada en parte, por la serie de ensayos Hardtack en el pacífico. En Julio de 1958 las medidas aumentaron al sur del Ecuador lo cual se puede explicar por una incursión de grandes masas de aire viciado del Norte a través de la zona inter-tropical al Hemisferio Sur.

**RADIOACTIVIDAD DE PRODUCTOS DE FISION EN EL
AIRE DE BOGOTA — COLOMBIA
1957 — 1959**

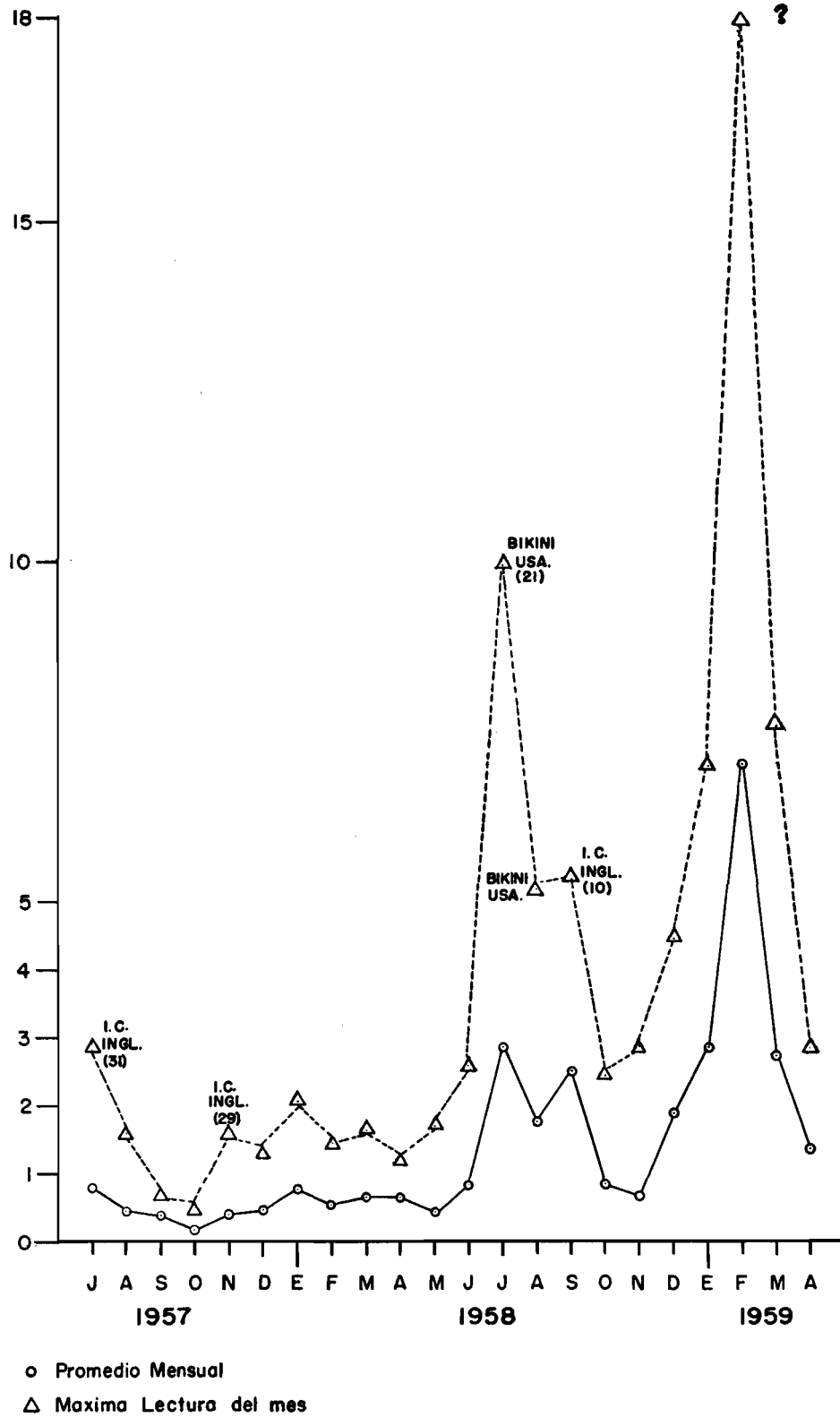


Figura 10

De Julio a Octubre de 1957 fue notable la radiactividad atmosférica en el Hemisferio Norte. De Noviembre de 1957 a Marzo de 1958 disminuyó en ambos Hemisferios. Un aumento notable se vio en las primaveras de 1958 y 1959 en el Hemisferio Norte y un pequeño aumento se registró de Mayo a Junio de 1958 en la latitud 20 del Hemisferio Sur, para luego producir niveles más altos en los meses de Julio y Agosto de 1958, cuando la radiactividad del aire en el Hemisferio Sur sobrepasó a la del Norte. Creció de nuevo enormemente el nivel radiactivo del aire en el Hemisferio Norte de Septiembre a Diciembre de 1958 y sólo un poco en el Hemisferio Sur.

Varias explicaciones se han dado a estos hechos. Libby atribuye la alta radiactividad de Estados Unidos al polvo troposférico de las armas submegatómicas o pequeñas explosiones que se distribuyen en bandas estrechas por las latitudes medias. Los aumentos durante las primaveras de 1957 y 1958 en Norte América se deben a los ensayos de Nevada y a los de los rusos en el Artico en el otoño de 1957. Otros autores sugieren que estos altos niveles radiactivos durante la primavera provienen de una mezcla más rápida del aire de la estratosfera en latitudes medias y altas o sea a factores meteorológicos. Las variaciones del polvo radiactivo en el Hemisferio Norte dependen también de las cenizas estratosféricas provenientes de los ensayos rusos en el Artico.

Algunas fluctuaciones en los niveles radiactivos en el Hemisferio Sur se explican por los ensayos de los ingleses en la Isla Christmas y en Australia. Una idea de la velocidad del estroncio-90 en su viaje por la troposfera la da el hecho siguiente: De Nevada a Washington (3.500 kms.) el polvo radiactivo emplea una semana en llegar; del Artico Ruso 2 semanas y son 30 días los que se requieren para que la lluvia se disuelva por difusión y precipitación.

No creo que haya duda de que el tremendo aumento en los productos de fisión de Julio a Septiembre de 1957 en el Hemisferio Norte se debe a la amplia serie de explosiones de Nevada, (31° N. 116° W; Plummbob).

Algunos aumentos menores en algunas regiones se atribuyen al polvo retardado de las pruebas que desciende de las capas estratosféricas. Se requieren unos 6 meses para que el polvo radiactivo estratosférico después de mezclado con el aire se precipite en regiones lejanas y se traslade v. g. del Ecuador al Polo.

Conclusiones sobre los datos de Bogotá

Varias conclusiones son evidentes de los datos obtenidos del Estroncio-90 en Bogotá:

- 1)—Hay amplias variaciones de un día a otro en los niveles de la radiactividad del aire bogotano.
- 2)—Existe una relación claramente inversa entre la concentración radiactiva del aire y la pruviosidad en las estaciones y días secos y lluviosos, lo cual aparece en los gráficos elaborados.
- 3)—Se pueden atribuir los aumentos medios en la concentración radiactiva del aire como correspondientes a las explosiones atómicas realizadas por los ingleses en el Hemisferio Sur.

Las bombas de hidrógeno lanzadas por los ingleses en la Isla Christmas el 19 de Junio y el 8 de Noviembre de

1957 se hicieron sentir en Bogotá pocas semanas después. La primera fue quizá la responsable del aumento de la radiactividad el 31 de Julio, o sea 40 días más tarde, subiendo el nivel a 2.81 desintegraciones por minuto por metro cúbico de aire y manteniendo un alto porcentaje durante el mes de Agosto. La segunda hizo subir el nivel a 1.20 en los días 21 y 28 de Noviembre respectivamente, manteniendo el nivel relativamente alto durante el mes de Diciembre. Así los promedios de radiactividad para Agosto y Diciembre de 1957 fueron los más altos del segundo semestre.

Durante 1958 los más altos promedios mensuales de Bogotá correspondieron a los meses de Julio con 2.86 unidades y de Septiembre con 2.50 unidades. El mayor aumento de estos meses tuvo lugar en la segunda decena cuando se registraron en un día 8.90 y 9.95 unidades. Es muy posible que estos aumentos se debieran: el primero a los ensayos seguidos de los Estados Unidos en el pacífico (Bikini y Eniwetok; 11° N.) y los de Septiembre a las bombas de los ingleses en la Isla Christmas que tuvieron lugar el 2 y 11 de Septiembre de 1958.

Los siguientes valores promedios elevados de 1.76 para Agosto y de 1.89 para Diciembre de 1958 se pueden explicar así: El primero como polvo remanente de Eniwetok y de Johnston Island y el segundo por ensayos en el Pacífico que no han sido anunciados aún.

Falta también el anuncio de una fuerte explosión nuclear en el Pacífico a principios de 1959 que explique el gran nivel registrado en Bogotá en el mes de Febrero de 1959 con un promedio mensual de 7.02 unidades, llegando a su máxima absoluta en todo el período de medidas en Bogotá el día 9 de Febrero con 18.0 desintegraciones por minuto por metro cúbico de aire.

En conclusión, podemos decir que el promedio de la radiactividad en el aire de Bogotá, ha ido en aumento con un descenso fuerte a fines de 1959, como resultado de los productos de las pruebas nucleares como lo demuestran los promedios semestrales:

| | | |
|---------------------------|------|-----------|
| Segundo semestre de 1957: | 0.44 | unidades. |
| Primer " " 1958: | 0.63 | " |
| Segundo " " 1958: | 1.75 | " |
| Primer " " 1959: | 2.41 | " |
| Segundo " " 1959: | 0.06 | " |

BIBLIOGRAFIA

1. BAUS, R. A., PATTERSON, R. L. Jr. SAUNDERS, A. W., Jr. and LOCKHART L. B., Jr. Radiochemical Analysis of Air-Filter Samples Collected during 1957. NRL Report 5239, U. S. Naval Research Laboratory, December 31, 1958 Washington, pgs. 1-16, Figs.
2. BAUS, R. A., GUSTAFSON, P. R., PATTERSON, R. L., Jr. and SAUNDERS, A. W., Jr. Procedure for the Sequential Radiochemical Analysis of Strontium, Ytrium, Cesium, Crium and Bismuth in Air-Filter Colletions. NRL Memorandum Report 758, November, 1947. Naval Research Laboratory Washington, pgs. 1-21, figs.
3. COMMITTEE ON METEOROLOGICAL ASPECTS OF THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION.

- Meteorological Aspects of Atomic Radiation Science, Vol. 124, N° 3210, July 13, 1956, pgs. 105-112.
4. COMISION DE ENERGIA ATOMICA DE LOS EE. UU.
Actas del Simposio Interamericano sobre la Aplicación Pacífica de la Energía Nuclear, Mayo de 1957. Libro 1, pgs. 318, Libro 2, pgs. 313, Upton, 1957.
 5. ECKELMANN, Walter R., KULP, J. Laurence and SCHULERT, Arthur R.
Strontium-90 in Man, II, Science. Vol. 127, N° 3293, February 7, 1958 pgs. 266-274, figs.
 6. KULP, J. Laurence, ECKELMANN, Walter R., and SCHULERT, Arthur R.
Strontium-90 in Man, Science, Vol. 125 N° 3241, February 1957, pgs. 219-224, figs.
 7. KULP, J. Laurence, and SLARTER, Rieta.
Current Strontium-90 Level in Diet in United States. Science. Vol. 128, N° 3315, July 1958, pgs. 85-86.
 8. KULP, J. Laurence, SCHULERT, Arthur R., HODGES, Elisabeth, J.
Strontium-90 in Man III. Science. Vol. 129, N° 3358, May 8, 1959, pgs. 1249-1255.
 9. KULP, J. Laurence.
World-wide distribution of Strontium-90 and its uptake in man. Bulletin of the Swiss Academy of Medical Sciences. Vol. 14, Fasc. 5/6, 1958, pgs. 419-433.
 10. LOCKHART, L. B., Jr. BAUS, R. A. and BLIFFORD, I. H., Jr.
Program of Measurement of the Radioactivity of the Air along the 80th Meridian. NRL Memorandum Report 734, July 1957, Naval Research Laboratory, Washington, pgs. 1-3, figuras.
 11. LOCKHART, L. B. Jr. BAUS, R. A. and BLIFFORD, I. H., Jr.
Atmospheric Radioactivity along the 80th Meridian, 1956, NRL Report 4965, July 23, 1957. Naval Research Laboratory, Washington, pgs. 1-12.
 12. LOCKHART, L. B., Jr. BAUS, R. A. and BLIFFORD, I. B., Jr.
Fission Product Radioactivity in the Air along the 80th Meridian. January-June 1957. NRL Report 5041, November 27, 1957, Naval Research Laboratory, Washington, pgs. 1-9, Figuras.
 13. LOCKHART, L. B., Jr. BAUS, R. A. PATERSON, R. L., Jr. and BLIFFORD I. H., Jr.
Some Measurements of the Radioactivity of the Air during 1957. NRL Report 5208, October 31, 1958, U. S. Naval Research Laboratory, Washington, pgs. 1-33, Figuras.
 14. LOCKHART, L. B., Jr. BAUS, R. A., KING, P. and BLIFFORD, I. H., Jr. Atmospheric Radioactivity Studies at the U. S. Naval Research Laboratory. NRL Report 5249, December 19, 1958, U. S. Naval Research Laboratory, Washington, pgs. 1-14, Figuras.
 15. MARTELL, E. A.
Atmospheric Aspects of Strontium-90 Fallout. Science, Vol. 129, N° 3357, May 1, 1958, pgs. 1197-1206.
 16. RUSSELL, R. Scott.
Deposition of Strontium-90 and its content in vegetation and in human diet in the United Kingdom, Nature, Vol. 182, N° 4639, September, 1958, pgs. 834-839.
 17. SACKS, Jacob.
The atom at work, The Ronald Press Company, New York, 1956, pgs. 341.



CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS HELECHOS DE COLOMBIA

MARIA TERESA MURILLO

Profesora del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional.

Con la finalidad de incrementar el conocimiento de los helechos de Colombia, así como también con la esperanza de lograr estimular el interés por este grupo de plantas, he venido efectuando algunas publicaciones pertinentes a la subclase *Filicinae Leptosporangiatae*.

Estas entregas, como es obvio, en un futuro serán objeto de enmiendas y ampliaciones, producto de nuevas recolecciones y de información crítica, acerca de puntos actualmente oscuros. Por tanto estas contribuciones tienen un carácter preliminar; espero serán un aporte hacia la catalogación completa de los helechos de nuestro país.

SUBCLASE: FILICINAE Leptosporangiatae

ORDEN: FILICALES Isosporaeae

FAMILIA: SCHIZAEACEAE

Schizaeaceae Martius, Icon. Plant. Crypt. Brasil. 112. (1834).—C. Christensen, Index Filicum, LV. (1906).
— E. B. Copeland, Gen. Fil. 23. (1947).

Anemiaceae Link, Fil. Spec. Hort. b. Berol. 23. Kaulf. Wesen d. Farrenk. 40 (*partim*).

Aneimiaceae Presl, Suppl. Tent. 77 (1845). (*Subordo*).

Mohriaceae Presl, l.c. 95. (1845). (*Subordo*).

Lygodiaceae Presl, l.c. 98. (1845). (*Ordo*).

Plantas terrestres, herbáceas, erectas (ANEMIA y SCHIZAEAE) y rastreras o escandentes, volubles (LYGODIUM); en su mayoría de climas y suelos secos, cálidos o templados, desde el nivel del mar hasta ca. 2.000 m.; las hay de suelos arenosos muy poco húmedos, pero generalmente se desarrollan en terrenos secos arcillo-arenosos. Rizoma corto, rastrero o erecto, cubierto por abundantes pelos o tricomas uniseriales, de ca. 1/2 mm. — ca. 2 cm. de longitud, de color pajizo, leonado-rojizo, o algo más oscuros; o cubierto por pequeñas escamas de color marrón claro u oscuro. Tallo y raquis de las frondas canaliculados o cilíndricos; pubérulos o tomentoso-vellosos. Frondas erguidas o trepadoras; estrechas simples o dicótomas, bi-tripinnatisectas muy variables en tamaño, o escandentes con ramificación monopodial. Frondas fértiles diferentes a las estériles (algunas especies de ANEMIA); frondas con dos pinnas fértiles homólogas a una estéril (otras especies de ANEMIA); frondas con lámina estrecha y segmentos apicales fértiles pennados o digitados (algunas especies de SCHIZAEAE); frondas con lámina apical flabelada provista de segmentos fértiles en el ápice, éstos, pectinado-pinnados (otras especies de SCHIZAEAE); y frondas de

ramificación monopodial, con pinnas superiores fértiles, las cuales son bipinnadas o pinnaticompuestas, con prolongaciones de los bordes laciniados, especializados, provistos de esporangios (LYGODIUM). Esporangios sin indusio sobre divisiones angostas, apicales (ANEMIA); esporangios cubiertos por el margen revoluto de los segmentos apicales fértiles (SCHIZAEAE); y esporangios protegidos separadamente por excrescencias membranosas (LYGODIUM). Estos esporangios son poco más o menos piriformes, de menos de 1/2 mm. — ca. más de 3/4 mm. de longitud, sésiles o con pedículo muy reducido; anillo completo, polar, apical, de aproximadamente 16-20 celdas, de color amarillo-pajizo y ondulaciones de color marrón. Paredes del esporangio, reticuladas, rugosas en su dehiscencia; ésta longitudinal. Esporas reniformes o tetraedras; estriadas, papilosas o espinulosas; hialinas, transparentes.

La familia *Schizaeaceae* habita en América por el norte desde los bosques templados del este de Estados Unidos y Terranova, llegando por el sur hasta los bosques subantárticos de Chile; además se halla en las Antillas (Islas Bahamas, Cuba, Jamaica, Hispaniola, Puerto Rico, Grenada, Guadeloupe, Trinidad, etc.); se encuentra también en el Africa Tropical, Madagascar, así como en la Isla de Sta. Helena y los archipiélagos de las Comoros y Mascareñas; habita también en Asia Tropical y Subtropical (India, Birmania, Indochina, sur de China, Japón, Islas Filipinas e Indonesia) y en Oceanía (Australia, Tasmania, Nueva Guinea, Nueva Zelandia, Islas Hawaii, Polinesia y Melanesia).

Se conocen alrededor de 160 especies clasificadas en cuatro géneros: SCHIZAEAE con más de 30 especies y de las cuales existe en Colombia aproximadamente el 20%; LYGODIUM con cerca de 39 especies de las que poco más o menos hay en Colombia el 12%; ANEMIA con un total más o menos de 90 especies, de las cuales se encuentra en Colombia el 13,3% aproximadamente; y MOHRIA con unas 3 especies de las que según datos bibliográficos, se encuentran solamente en Africa oriental y austral.

En Colombia, se conocen de las zonas templadas y cálidas del país, v. g. Magdalena, Atlántico, Vaupés, Meta, Antioquia, Valle, Caldas, Chocó, Tolima, los Santanderes, etc.

CLAVE DE LOS TRES GENEROS EN COLOMBIA

Plantas trepadoras, volubles.

Frondas con raquis y pecíolo cilíndricos, ramificación monopodial.

Esporangios con indusio, en los márgenes especializados de las pinnas *Lygodium*

Plantas erectas.

Fronadas con raquis y pecíolo canaliculados; frondas angostas, simples o dicótomas.

Esporangios en los márgenes apicales especializados *Schizaea*

Fronadas con dos pinnas fértiles, homólogas a una estéril.

Esporangios en doble hilera, sobre divisiones angostas y apicales de las pinnas fértiles *Anemia*

LYGODIUM

Lygodium Swartz, Schrad. Journ. 106. 11. tab. 2. fig. 2. (1801);

Tipo: *L. scandens* (L.) Swartz = *Ophioglossum scandens* L.

G. Mettenius, in Tr. & Pl. Prodr. Fl. Nov. Granat. Crypt. 350, (1863-1867); E. B. Copeland, Gen. Fil. 24 (1957); Pichi-Sermolli, Webbia, XII. 10, (1957).

Odontopteris Bernh., Schrad. Journ. 127, (1801); Tipo: *Ophioglossum scandens* L.

Gisopteris Bernh., Schrad. Journ. 129, Pl. 2, f.l. (1801); Tipo: *L. palmatum* (Bernh.) Swartz.

Ugena Cav., Icones et Descr. Pl. (1801) Pl. 73; Tipo: *Ugena semihastata* Cav.

Ramondia Mirbel, Bull. Soc. Philom. 2. 179, (1801); Tipo: *L. flexuosum* (L.) Sw.

Hydroglossum Willd., Act. Acad. Erfurt. 1802. 20. Presl. l.c. 112; Tipo: *Ophioglossum scandens* L.

Cteisium Michaux, Fl. Bor. Am. 275, (1803); Tipo: *C. paniculatum* Mich. = *L. palmatum* (Bernh.) Swartz.

Vallifilix Thouars, in Römer, Coll. Bot. 195, (1809); Tipo: *L. scandens* L.

Lygodictyon J. Sm., in Hooker, Gen. Fil. tab. 111. B. (1842); Tipo: *L. Forsteri* J. Sm. = *Lygodium reticulatum* Schkuhr.

Plantas trepadoras, rupícolas o sobre árboles o arbustos. Rizoma cubierto por tricomas o pelos uniseriales, de poco más o menos 2-4 mm. de longitud, de color marrón. Raquis de las frondas, cilíndrico, voluble, puberulento, tomentoso o veloso, de 2 a 10 m. de largo aproximadamente. Frondas con ramificación monopodial; dichas ramificaciones constan de dos pinnas laterales pequeñas y una yema abortiva, aparentemente foliar, la cual está siempre cubierta por tricomas; las pinnas laterales, pecioladas, son: 3-4-5-palmatipartidas, alternatipinnadas con segmentos peciolados, o pinnatocompuestas con segmentos peciolados y lobulados. Segmentos con nervadura bifurcada o reticulada; bordes dentados, aserrados o crenado-denticulados, marginados.

Las pinnas superiores fértiles. Márgenes de los segmentos (prolongación de los mismos, por cuanto hasta ellos se extiende la nervadura) laciniados, fértiles, en forma de espiguillas, con órganos escuamiformes o producciones epidérmicas (indusio) por el envés; cada una de las cuales cubre un esporangio. En algunas especies, estas excrescencias membranosas, son glabras; en otras vellosas. Esporangios piriformes, de ca. 3/4 mm. de longitud. Esporas tetraedras, de superficie granulosa y más o menos translúcida.

Nomenclatura: *Lygodium* fue universalmente admitido desde el tiempo de su publicación, en tanto que los otros nombres genéricos previamente establecidos, fueron pasados por alto por subsiguientes autores. Por esta razón *Lygodium* es un *nomen genericum conservandum* (cfr. Taxon 3: 69-70, 156, 233. 1954). *Lygodium* es contemporáneo con *Odontopteris* Bernh. y *Gisopteris* Bernh.

Sinónimos nomenclaturales de *Lygodium* son: *Odontopteris* Bernh. y *Vallifilix* Thouars.

Sinónimos taxonómicos de *Lygodium* son: *Ramondia* Mirbel, *Ugena* Cav., *Gisopteris* Bernh., *Hydroglossum* Willd., *Cteisium* Michx., y *Lygodictyon* J. Smith.

De las especies conocidas de *Lygodium*, solamente y hasta el momento hay tres coleccionadas de Colombia: *L. micans*, *L. radiatum* y *L. venustum*; y una especie de México: *L. heterodoxum*, en el Herbario Nacional Colombiano.

L. HETERODOXUM Kze., Farnkr. 2. 32 t. 113. 1849; Hooker & Baker, Syn. Fil., 2 ed. 439. 1874; H. Christ., Die Farnkräuter der Erde. 353. 1897; Die Natürlichen Pflanzenfamilien, Teil 1, Abt. 4. 366. 1899-1902.

Hydroglossum heterodoxum Moore, Ind. CXIV. 1857.

Lygodictyon heterodoxum J. Sm., Ferns br. and for. 259. 1866.

Hydroglossum spectabile Liebm., Vid. Selsk. Skr. V. 1. 299 (seors. 147). 1849.

Rizoma rastrero, corto, cubierto por tricomas. Raquis cilíndrico, voluble. Pinna de ca. 25 cm. de longitud total, con pecíolo de ca. 4-5 cm. de largo, pinnatocompuestas; el pecíolo de las pinnas de 2º orden es de ca. 1-2 cm. de long.; estas pinnas tienen ramificación dicótoma, es decir de cada una se desprenden dos folíolos, los cuales a su vez comprenden dos o tres segmentos unidos en la base; generalmente uno de ellos es apenas un lóbulo; todos estos segmentos y lóbulos tienen nervadura reticulada y escasos tricomas tanto en la haz como por el envés; son de 2-5 más largos que anchos, de ápice lanceolado y base asimétrica. Los bordes especializados de los segmentos fértiles, de ca. 1-3 mm. de longitud, muy cerca unos de otros, están provistos de excrescencias membranosas en el envés, cada una de las cuales protege un esporangio; dichas excrescencias son de un color amarillo-rojizo, lo cual da a la planta un bello aspecto.

Ejemplar revisado: *México, State of Oaxaca*, Distrito Choapam, alt. 440 m. — *Ynex Mexia*, N° 9212, march 25, 1938.

ESPECIES COLECCIONADAS EN COLOMBIA

L. MICANS Sturm, Fl. Bras. 1². 178. 1859. Prantl. Schiz. 79.

Rizoma rastrero, cubierto de tricomas. Ráquis cilíndrico, voluble, pubérulo. Pinnae alternatipinnadas, con pecíolo y ráquis densamente vellosos; el pecíolo de ca. 2-3 cm. largo, con segmentos enteros de ca. 5-14 cm. largos por ca. 1-1,8 cm. anchos; de ápice agudo y base oblicuamente truncada, nudoso-articulada; alternos, en número de seis o siete, con nervadura bifurcada, con pecíolo de 2 mm. — ca. 7 mm. de longitud, muy vellosos tanto en la haz como por el envés y principalmente en el nervio medio; bordes aserrados; yema abortiva igualmente vellosa. Las pinnae superiores, fértiles, con segmentos del mismo modo dispuestos, largos y anchos que los estériles, e igualmente vellosos. Con bordes especializados que alcanzan cerca de 8 mm. de longitud; no están muy cerca unos de otros, no se encuentran en la base ni ca. 1-2 cm. en el ápice de los segmentos. Las excrescencias membranosas de los bordes especializados, son muy vellosas; cada una de ellas cubre un esporangio.

Ejemplar revisado: *Meta, Puerto López*, alt. 240 m. — *Elbert L. Little, Jr. & Ruby Rice Little* N° 8291, July 28, 1944.

L. RADIATUM Prantl, Schiz. 66. 1881; H. Christ., Die Farnkräuter der Erde. 353. 1897; Die Natürlichen Pflanzenfamilien, Teil 1, Abt. 4. 366. 1899-1902.

L. *digitatum* Eat. Mem. Amer. Ac. n.s. 8. 217. 1860; Hooker & Baker, Syn. Fil., 2 ed. 437. 1874. (non Pr. 1825).

Rizoma corto, cubierto por tricomas. Raquis voluble, pubérulo, ca. 10 m. de longitud. Pinnae palmatipartidas, pecioladas; el pecíolo de ca. 2-5 cm. de largo, pubérulo. Segmentos en número de tres, cuatro y hasta cinco; de ca. 10-20 cm. largos, por ca. 1-2 cm. anchos; generalmente el 4° o 5° están atrofiados; linear-lanceolados, de base obtusa o truncada y ápice acuminado o caudado; nervadura bifurcada; nervio medio escasamente velloso, lo mismo que la superficie de los segmentos, tanto en la haz como por el envés; márgenes dentados. La yema foliar abortiva, cubierta por tricomas. Las espiguillas esporangíferas, prolongaciones de los bordes de los segmentos, son de ca. 1-5 mm. largas, y se hallan de 1-4 mm. de distancia unas de otras; además se encuentran unos 5 ó 6 cm. más allá de la base, y poco más o menos otro tanto, antes del ápice de aquellos. Estos márgenes son laciniados, fértiles y se hallan provistos de producciones epidérmicas membranosas, no vellosas, cada una de las cuales protege un esporangio.

Ejemplares revisados: *Costa del Pacífico, Chocó*, Bahía Solano, — *A. Fernández P.* N° 332, junio 13, 1950. — *Tolima, Mariquita*, alt. 550 m. — *L. Uribe U.* N° 3175, Julio 15, 1958. — *Santander*, vicinity of

Barranca Bermeja, Magdalena Valley, between Sogamoso and Colorado Rivers, alt. 100-500 m. — *Oscar Haught* N° 1357, sept. 8, 1934.

L. VENUSTUM Swartz, in Schrad. Journ. 1801². 303. 1803; Swartz, Syn. Fil. 153. et 383. Schkuhr Krypt. Gewächse 140. tab. 139. Presl. Reliq. Haenk. I. 72. Presl. Suppl. Tent. Pterid. 105. Mart. Icon. Pl. Crypt. Brasil. 119. tab. 57. fig. 2. Presl. Die Gefässbündel im. Stipes der Farrn 21. tab. 4. fig. 14.

Esta especie debe llamarse L. VENUSTUM, en Colombia; para lo cual cito a continuación la aclaración que me fue hecha por el Doctor C. V. Morton, especialista de Criptógamas de Harvard University: "There is only one species in Colombia of *Lygodium* of the alliance of *L. venustum*. In Christensen's "Index Filicum" this species was called *L. polymorphum*. However, Christensen decided later that the original *polymorphum* was not from the western hemisphere but was from the Philippine Islands; he considered that it was probably a synonym of the Old World species *L. flexuosum*. In that case, the correct name for the Colombian plant is *L. venustum* Swartz".

Rizoma corto, cubierto por pelos o tricomas uniseriales, de color marrón oscuro. Raquis de la fronde, voluble muy velloso, lo mismo que el botón abortivo. Frondas con ramificación monopodial; las pinnae inferiores estériles, con poco más o menos 6 a 9 folíolos alternos, peciolados, muy vellosos, tanto en la haz como por el envés, y más especialmente en el nervio medio; bordes crenado-aserrados; el pecíolo es de ca. 1-6 mm. largo, velloso; ápice de los folíolos acuminado, base nudoso-articulada, subcuneada o cordada, con 2-6 segmentos laterales, los cuales son de ca. 6 mm. — ca. 25 cm. largos; el segmento central es más largo y ancho que los anteriores, tiene ca. 3-11 cm. de longitud. Las pinnae superiores fértiles, bipinnaticompuestas, muy vellosas, así por la haz como por el envés, y más aún en el nervio medio; folíolos de ápice acuminado; base subcuneada o cordada, nudoso articulada; peciolados, alternos, en número de 9 a 15, poco más o menos; estos folíolos presentan a su vez, de 3 a 9 segmentos, cuyos márgenes exceptuando la base y ca. 1-3 cm. del ápice, son especializados, laciniados, de ca. 1 mm. — 2 cm. de longitud; éstos, a manera de espiguillas, están provistos de excrescencias membranosas, muy vellosas, cada una de las cuales cubre un esporangio.

Ejemplares revisados: *Meta, Los Llanos*, río Meta, Nueva Antioquia, bosque, — *J. Cuatrecasas* N° 4202, octubre 28, 1938. — *Meta, Los Llanos*, Río Casanare, Barranco de Atahuarpa, alt. 120 m. — *J. Cuatrecasas* N° 4272, octubre 30, 1938. — *Meta, Sabanas de Angostura*. La Serranía, Las Gualas, alt. 250 m. — *J. Cuatrecasas* N° 7809, 20-XI-1939. — *Magdalena, Sierra Nevada de Santa Marta*, alt. aprox. 300 m. — *F. A. Barkley & J. Araque M.* N° 33, julio 19, 1948. — *Antioquia*, grassland at Hacienda Montenegro, near La Pintada, alt. about 600 m. — *F. A. Barkley* N° 17C274, October 20, 1947. — *Santander del Norte, Catatumbo*, Campo Tibú, bosque al borde del río Tibú, alt. 200 m. — *Bischler* N° 2440 y 2519, Mayo 15, 1959. — *Atlántico, Piojó*, "Los Ma-

meyles", alt. 350-400 m. — *A. Dugand* N° 2401, enero 11, 1940. — *Atlántico* (en el límite con el Depto. de Bolívar), Los Pendales, hacienda "Riodulce", alt. 20-50 m. — *A. Dugand & R. Jaramillo* N° 4169, enero 21 a 26, 1946. — *Tolima, Mariquita*, carretera al Fresno, Río Gualí, alt. 210-500 m. — *H. García-Barriga* N° 8204 noviembre 29, 1939. — *Bolívar*, vicinity of Turbaco, alt. 200-300 m. — *E. P. Killip* N° 14292, noviembre 6-22, 1926. — *Valle, Cisneros* alt. 300-500 m. — *E. P. Killip* N° 35584, may 5, 1939. — *Huila*, 25-40 km. SE. of Neiva, canyon of río de Las Ceibas, alt. 2800 feet, — *Elbert L. Little, Jr.* N° 9288, jan. 19, 1945. — *Meta, Puerto López*, alt. 240 m. — *Elbert L. Little, Jr. & R. R. Little* N° 8232 y 8369, july 26 y 31, 1944. — *Caldas, Quebrada Pontoná*, about 18 km. west of La Dorada, alt. 400 m. — *Oscar Haught* N° 2136, dec. 30, 1936. — *Boyacá*, abundant in cane brakes and forest along R. Casanare. Rondon (formerly El Padre), on Boyacá—Arauca boundary, — *Oscar Haught* N° 2671, march 14, 1939. — *Santander*, Bajo Magdalena, al-

rededores de Barrancabermeja, alt. 120 m. — *L. Uribe-Urbe* N° 3027, diciembre 1957.

BIBLIOGRAFIA

Para este trabajo han sido consultadas las siguientes obras: *Flora Brasiliensis*, Fasc. XXIII, p. 167-171, 1859; *H. & B. Nov. Gen. et Sp. 1*: 30-32, 1815; Index Filicum de C. Christensen 1906; *Webbia* (estudio de Pichi-Sermolli), Vol. XII, p. 10, 1957; *Genera Filicum* de E. B. Copeland, p. 23-25, 1947.

Notas:

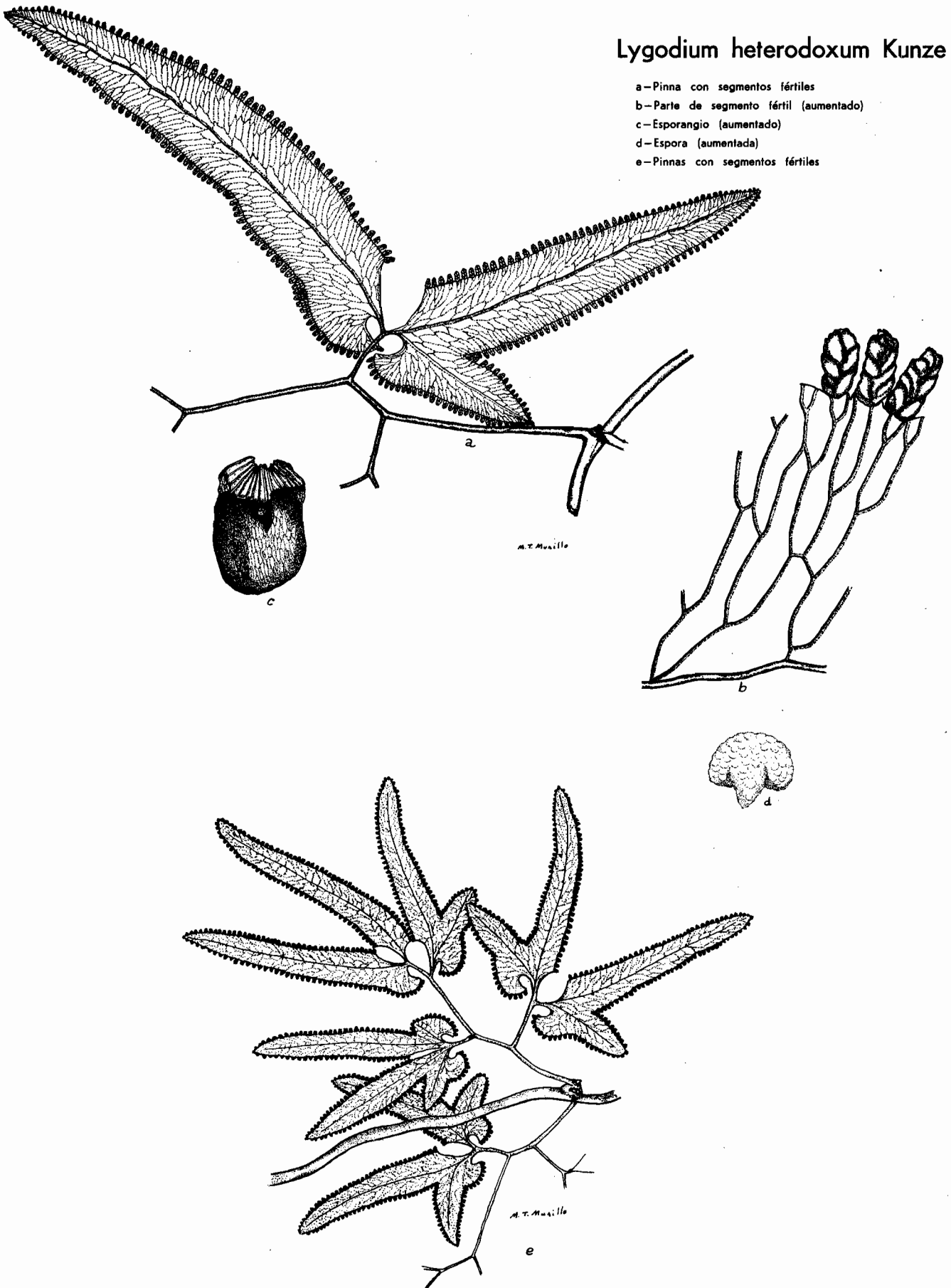
La autora, al realizar estos estudios, ha querido contribuir a la iconografía de los helechos de Colombia.

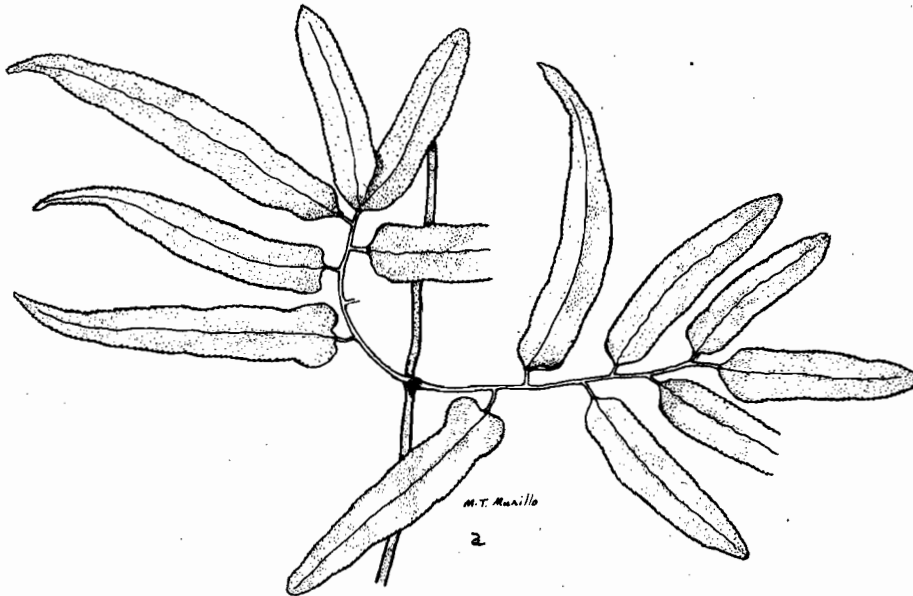
En la lámina *Ligodium radiatum* Prantl, debe corregirse *Ligodium* por **Lygodium**.



Lygodium heterodoxum Kunze

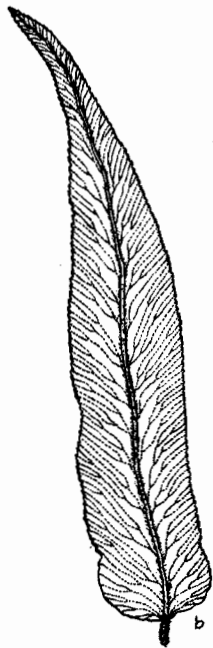
- a - Pinna con segmentos fértiles
- b - Parte de segmento fértil (aumentado)
- c - Esporangio (aumentado)
- d - Espora (aumentada)
- e - Pinnas con segmentos fértiles





Lygodium micans Sturm.

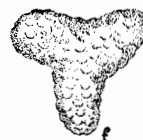
a—Pinnas estériles



Lygodium micans Sturm.

b—Segmento estéril

c—Segmento fértil



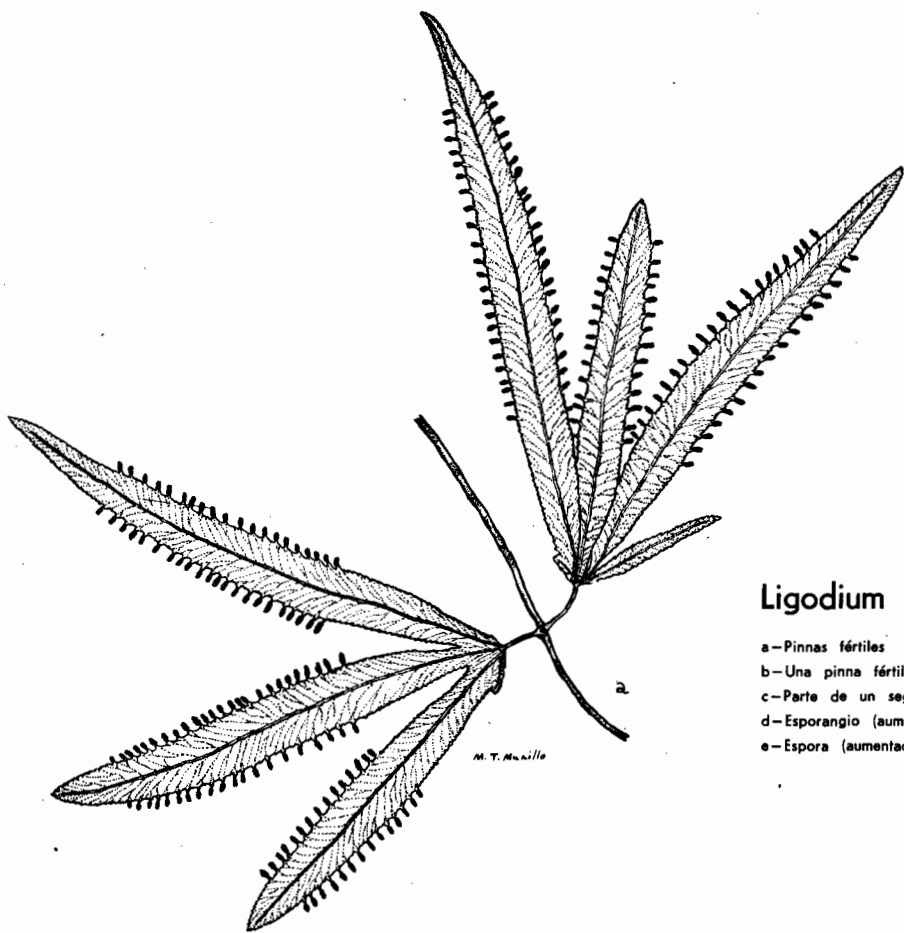
Lygodium micans Sturm.

d—Parte de un segmento fértil (aumentado)

e—Esporangio (aumentado)

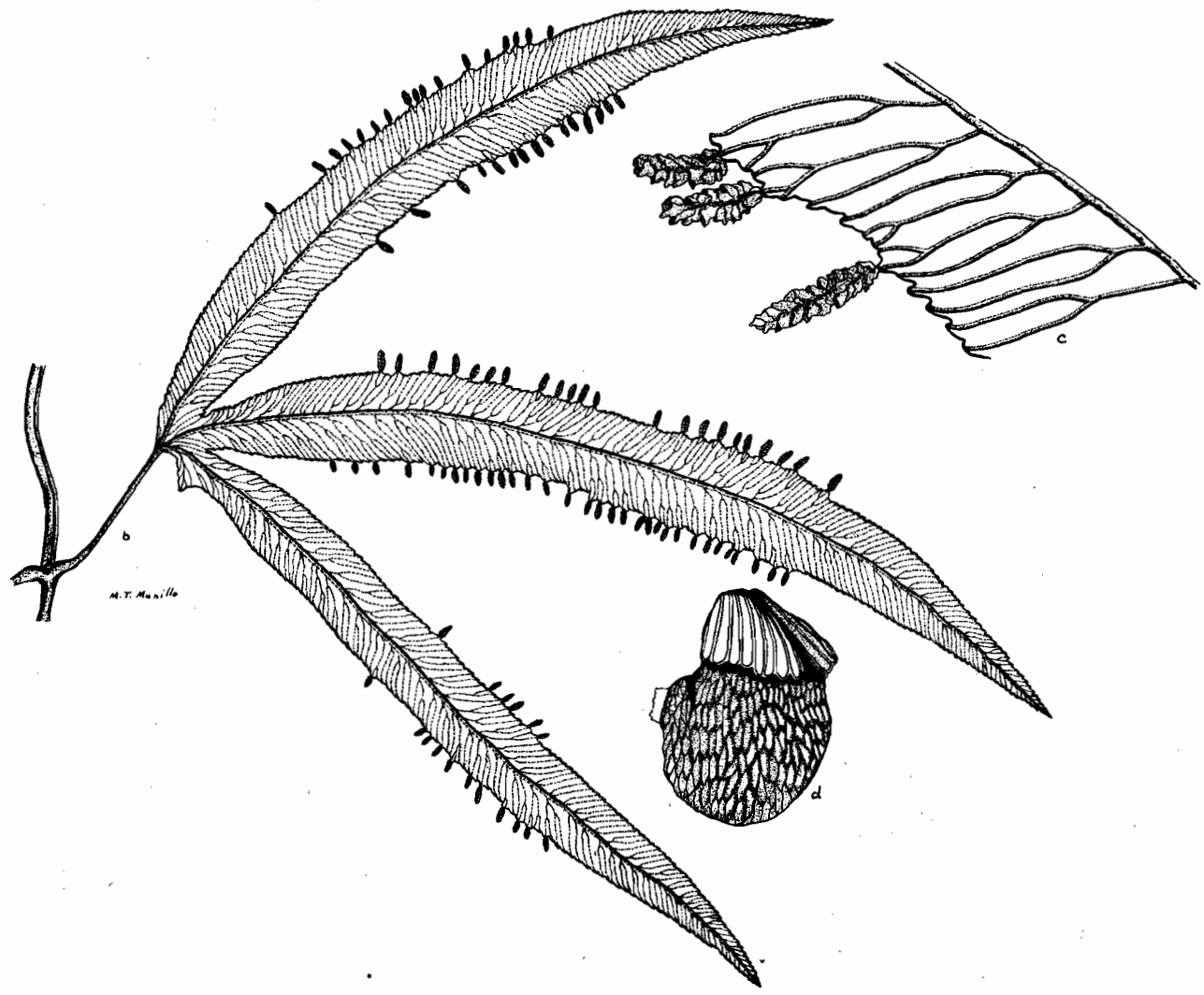
f—Espora (aumentada)

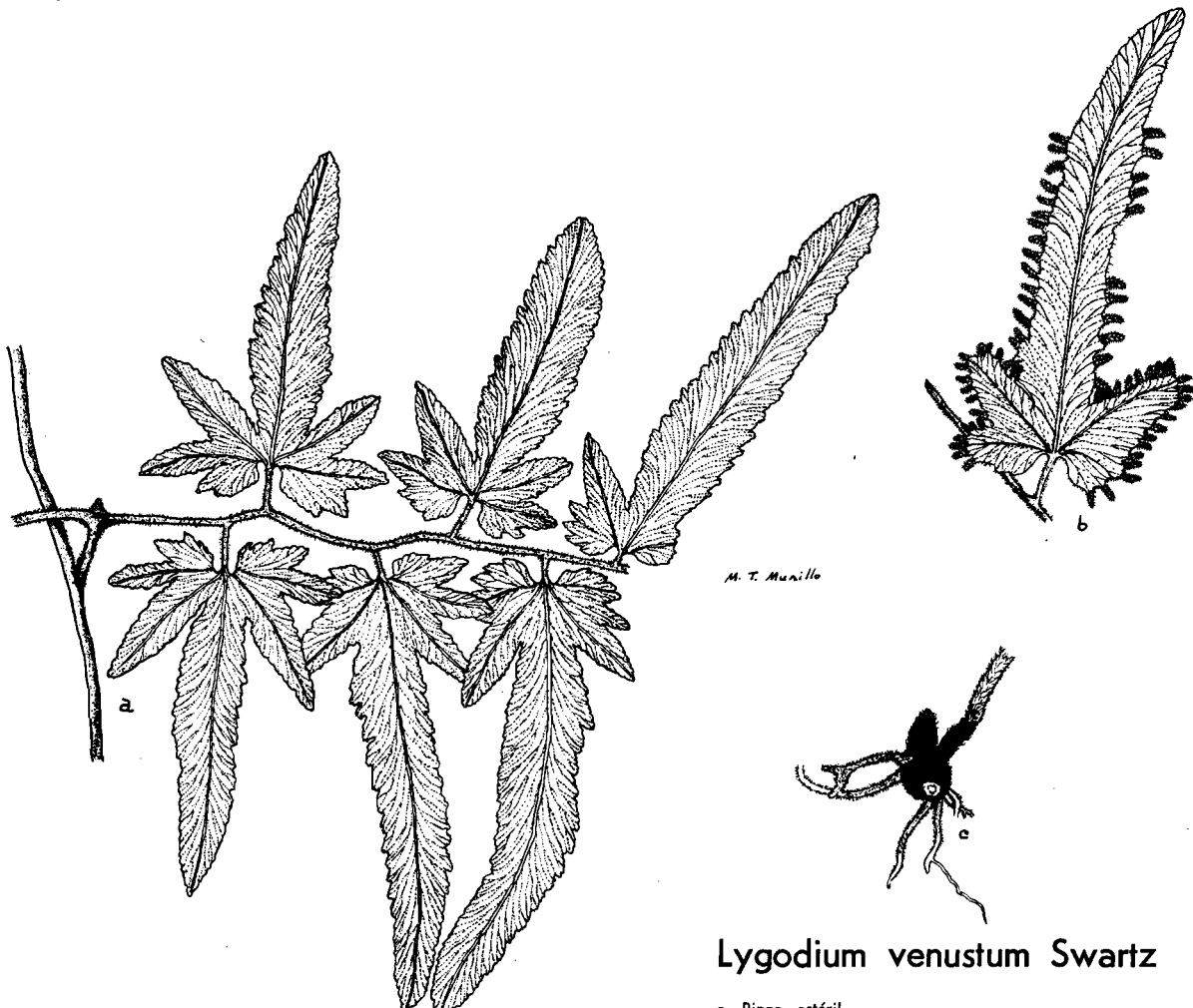




Ligodium radiatum Prantl

- a - Pinnas fértiles
- b - Una pinna fértil
- c - Parte de un segmento fértil (aumentado)
- d - Esporangio (aumentado)
- e - Espora (aumentada)

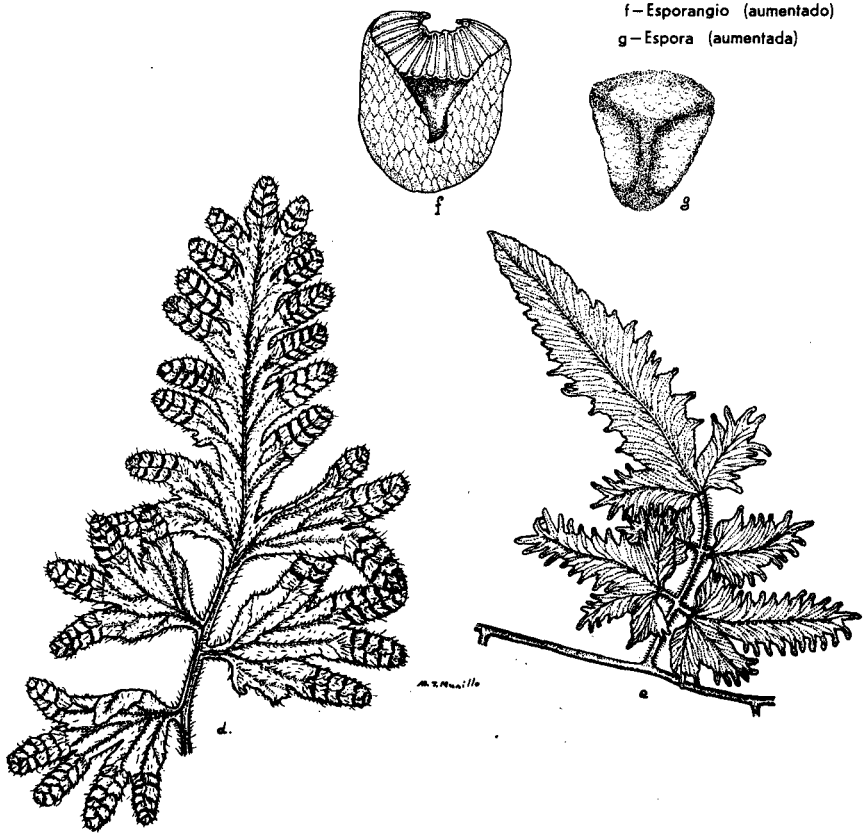




M. T. Muñillo

Lygodium venustum Swartz

- a—Pinna estéril
- b—Segmento fértil
- c—Rizoma
- d—Pinna de 2o. orden con segmentos fértiles (aumentada)
- e—Pinna de 2o. orden con segmentos fértiles (aumentada)
- f—Esporangio (aumentado)
- g—Espora (aumentada)



M. T. Muñillo

LEGUMINOSAS ESPONTANEAS DEL VALLE DEL CAUCA

LUIS ARMANDO BERMUDEZ GARCIA

Jefe de la Sección de Fomento Agrícola del Ministerio de Agricultura.

INTRODUCCION

Siendo el problema forrajero uno de los más importantes del país y que mayor cuidado requiere, pues cada día se presenta con mayor intensidad, especialmente para el ganado lechero, he querido despertar interés en su solución.

Por este motivo, he tratado de buscarle una adecuada, mediante la publicación del presente trabajo, que tiene interés especial para los ingenieros agrónomos y los médicos veterinarios.

He considerado una buena cantidad de plantas que, previo estudio de su aspecto bromatológico, podrían utilizarse como forraje del ganado lechero. Pertenecen a la familia de las leguminosas, grupo que tiene una gran importancia por su aspecto alimenticio, tanto para el hombre como para los animales. Estas plantas, en su mayoría, son fuente abundante de alimento, como los fríjoles, las arvejas, las sojas, las lentejas, etc. Pero el asunto más importante y de mayor interés que tienen las leguminosas, es el de que casi todas son ricas en proteínas. Su análisis ha demostrado que poseen un alto porcentaje de estas sustancias, las cuales son base fundamental de la alta producción de la leche.

El valor alimenticio de la leche está bien demostrado; bastaría citar a Morrison (18), quien dice: "La principal cualidad nutritiva de la leche no es la energía que suministra, sino el rico caudal de principios nutritivos que proporciona y que son indispensables para compensar las deficiencias de nuestros alimentos derivados de los cereales, pues necesitamos la abundante cantidad de proteínas excelentes en calidad que tiene la leche, su gran riqueza en vitamina A, su contenido en otras vitaminas, su riqueza en calcio y el valor que tiene la lactosa en nuestras dietas". Teniendo en cuenta todos estos factores, bien pudiéramos llamar a la vaca lechera "la madre adoptiva de la especie humana", título que le confirió W. D. Wisconsin, como lo anota Morrison (18) en su obra titulada "Alimentos y Alimentación del ganado".

Teniendo en cuenta la carencia de forrajes y el valor alimenticio de las leguminosas, como también el adelanto y progreso de nuestra ganadería, hemos emprendido la labor de selección de las plantas que, creciendo en nuestro medio tropical y adaptándose a las condiciones climáticas del Valle del Cauca, pueden resolver el problema forrajero, en lo que se relaciona con el pastoreo. Este es uno de los aspectos de mayor importancia en la cría y cuidado del ganado vacuno del tipo lechero. Tales animales necesitan, en su manejo, del pastoreo, no sólo para mantenerlos en mejores condiciones fisiológicas y sanitarias, sino también para obtener una mayor producción de leche. Ultimamente se ha demostrado que la mejor y más apropiada manera de manejar el ganado lechero, es mediante la *semi-estatulación* (A. T. Semple y colaboradores: '23); manteniendo los animales en el establo durante las horas del día de mayor insolación y durante la noche, lo mismo que durante el ordeño, y el

resto del tiempo diario, paciendo en los potreros. Esto los estimula a buscar y conseguir el alimento a voluntad, escogiendo el más apropiado por instinto. Además, hacen con ello ejercicio que los ponen en mejores condiciones de salud. También, con el pastoreo, los animales gozan de los beneficios de los rayos solares y la leche será de mejor calidad, en cuanto a su contenido en vitaminas, ya que los rayos solares son una abundante y rica fuente de estas sustancias. Hudgson y Reed (13), en su obra titulada "Manual de Lechería para la América Tropical", manifiestan que "los potreros han sido siempre el medio más económico y fácil de alimentar el ganado" y, en cuanto al valor de los rayos solares para la obtención de vitamina D, los mismos autores (13) dicen: "En el trópico la vitamina D se recibe en proporción suficiente de la acción de los rayos solares en el cuerpo del animal, pues los rayos ultravioletas emitidos por el sol *activan el ergosterol de la piel del animal para formar la vitamina D*, que es muy necesaria para el crecimiento normal y la formación del esqueleto".

Como, según Hudgson y Reed (13), "el alimento representa por lo menos el 50 % del costo de la producción de la leche, para reducir ese costo debe reducirse el de la alimentación al mínimo". Por otra parte estos mismos autores (13) dicen que "los pastos naturales constituyen la fuente mayor y más económica de los elementos nutritivos para el ganado". Así no es de dudar que los potreros de pastos naturales que son ricos en especies de leguminosas, proporcionarán una economía en el abastecimiento de las proteínas necesarias para la alimentación de las vacas lecheras. Sólo se requiere de buenos potreros que contengan una alta cantidad de leguminosas nativas, que crezcan mezcladas con gramíneas. Esto lo confirma el profesor A. J. Staffe (24), cuando dice, al hablar de la asociación de leguminosas nativas con gramíneas en el trópico y específicamente al tratar del pasto pará (*Panicum purpurascens*), lo siguiente: "Además de su crecimiento prolífico y de su resistencia contra la sequía, el pará está caracterizado por una particularidad, que quizá sobre todo es la explicación de su valor nutritivo tan extraordinario: Su convivencia con las leguminosas nativas (fríjoles, *Demodium*, etc.). Se sabe que la presencia de leguminosas en vecindad de gramíneas aumenta el contenido de proteínas de las mismas". El mismo autor (24), al hablar de los terrenos para el pastoreo de terneros, aconseja escoger precisamente las partes mejores y más ricas en leguminosas para destinarlas a potreros para la alimentación de este tipo de animales.

Estas plantas, de las cuales daremos su clasificación botánica y descripción, acompañadas de sus dibujos, deben conservarse en los potreros y buscar la manera de prolongarlas en mayor escala, con el fin de que cada día sean más abundantes en las distintas regiones del Departamento.

El presente trabajo tiene interés, además, por el estudio de las plantas que en él se enumeran bajo el aspecto de la propagación de las especies forrajeras nati-

vas y espontáneas. En la actualidad es ésta la práctica más aconsejable y así lo estableció el Profesor R. G. Stapledon (Citado por Avila de Araújo: 3), una de las primeras autoridades en Agrostología, al manifestar, en el Congreso Internacional de Cultivadores de pastos reunido en la Estación Experimental de Abeystwith (Inglaterra), lo siguiente: "Estoy convencido de que un intercambio mundial y generalizado de semillas comerciales de pastos, es perjudicial para todos los poteros del mundo, admito que este intercambio fue provechoso en el pasado y a la vez necesario para el progreso de los países nuevos, pero también ha sido la causa de muchos perjuicios. Estoy de acuerdo con el doctor Wilcox que las naciones deben vivir dentro de su propio ambiente, siendo esta política hoy mucho más aconsejable, en tratándose de semillas de pastos".

Otro interés de este trabajo se basa en despertar entusiasmo por conocer y conservar nuestras plantas nativas, tratando de evitar la introducción de las extranjeras. En efecto: esto puede redundar en un efectivo beneficio económico y técnico, según el juicioso concepto del Profesor Stapledon, aplicable a todas las plantas forrajeras.

CAPITULO PRIMERO

DE LA IMPORTANCIA DE LAS LEGUMINOSAS EN LA ALIMENTACION

"Papilionacearum folia jumentis et pecoribus, semina variis animalibus esculenta, sunt farinaceas et flaculenta.

"Flaculenta et esculenta sunt Fabae, Viciae, Pisa, Phaseoli, Ciceres, Lentesc.

"Quadrepedibus praestantissimum pabulus suppeditant Trifolium, Medicago, Trigonella, Hedysarum, Vicia, Lotus, Lathyrus".

LINNEO ("Philosophia Botanica" 1751, p. 281 Tomado de Burkart: 6).

Podemos decir de la familia de las leguminosas, al considerarla bajo su aspecto alimenticio, que, tal vez, después de las gramíneas, es el grupo de plantas que nos brinda el alimento más variado. Sirven tanto para el hombre como para los animales. Su uso se ha generalizado tanto, que se puede afirmar, sin lugar a duda, que no hay sitio del planeta en donde no se consuman, en cualquier forma, en la alimentación humana.

Su utilización como alimento humano es muy general. Sus productos son los más comunmente usados en todas las clases sociales. Son los más baratos que se consiguen y, también, los más antiguamente conocidos. Para comprobar esto, basta leer las Sagradas Escrituras. En ellas se mencionan las lentejas (leguminosas) como alimento humano, al hablar de la venta de la primogenitura entre Esaú y Jacob (Bermúdez; 4).

En lo que se refiere como alimento animal, es decir como forrajes, especialmente para el ganado lechero, su uso se ha generalizado por todo el mundo, como lo demuestran las más recientes estadísticas. Su universalización en la alimentación humana, se debe a que poseen un alto poder nutritivo, como lo comprueban los resultados de sus análisis químicos. Son plantas ricas en proteínas de las llamadas completas; contienen todos los amino-ácidos útiles en la alimentación, tales como lisi-

na, triptófano (del cual carece el maíz), cistina, valina, legumina, glicina, etc. (Jones: 14 y Meigs 17). Esto lo confirma Morrison (17), cuando dice que la Zeina (amino-ácido del maíz) carece de lisina y solo tiene trazas de triptófano. Además, el mismo Morrison (18), al hablar de los amino-ácidos, dice: "Las proteínas necesarias para el crecimiento de los tejidos del organismo o para otros fines, como la producción de leche, no pueden sintetizarse por el animal si éste no cuenta con una cantidad adecuada de cada uno de los amino-ácidos esenciales. La deficiencia de uno cualquiera limitará al aprovechamiento de todos los demás y, por lo tanto, reducirá la eficiencia de la ración".

Lo anterior está confirmado, pues se ha llegado a la conclusión, después de múltiples estudios, de que una vaca que tiene un peso de mil libras sólo necesita, en su alimentación, de 0,5 libras de proteína digerible cruda para mantener más o menos 1,25 veces la proteína de la leche que produce, aunque esta cantidad no es la suficiente para que el animal mantenga su máxima producción (Meigs: 17).

También Morrison (18), al hablar de la importancia de las proteínas, manifiesta que para conseguir una adecuada producción de leche, las vacas deben recibir, además de la cantidad precisa para su sostenimiento, 1,25 Kgrs. de proteínas digeribles por cada kilogramo de proteínas de la leche que producen.

De los amino-ácidos de las leguminosas usadas como forrajes, el más importante en la alimentación del ganado lechero, es LA LISINA. Esta juega un papel muy efectivo en la posible síntesis de las proteínas de la leche y, principalmente, en la de la Caseína (Jones 14 y Meigs: 17).

Este amino-ácido es tan importante bajo este aspecto, que varios centros científicos europeos y de Estados Unidos se han interesado por estudiar sus beneficios en el ganado lechero. Estos Centros, después de sus estudios y observaciones, han llegado a la conclusión de que, frecuentemente, cuando se utiliza un alimento proteínico agregado a la mezcla básica de la alimentación para las vacas lecheras, la producción de éstas varía con el contenido de la LISINA de la proteína adicionada (Cary: 7).

Además, en el Instituto Hannah de Investigaciones sobre lechería de Escocia, los profesores Morris y Wright, como lo informa Cary (7), determinaron el contenido de lisina de un gran número de alimentos. Los resultados obtenidos por ellos, a pesar de no ser muy seguros, pueden servir para demostrar, en cualquier momento, que la composición amino-ácida de determinado alimento puede afectar su utilización en la producción lechera, especialmente cuando se trata de la lisina. Los mismos investigadores estiman que sólo se necesitan cuatro gramos de lisina para el mantenimiento de una vaca de mil libras de peso. El excedente que se le suministre lo puede usar en la producción de la leche (Cary: 7).

La importancia de este amino-ácido (la lisina) se confirma más aún, con lo que establece Jones (14), cuando manifiesta que esta sustancia no la puede sintetizar el organismo humano, y que las necesidades de ella sólo pueden suplirse suministrándola en las dietas alimenticias.

Pero Mitchell, citado por Cary (7), estudió el valor biológico de las proteínas en las diferentes funciones

del organismo animal. De ello llegó a la conclusión de que este valor no se puede determinar para una sola función, como la producción de leche. Al respecto, manifiesta que el valor alimenticio de las proteínas, cubriendo varias funciones de los rumiantes en lactancia, se puede calcular fácilmente en no menos del 50%; y que los requisitos dietéticos de proteínas de estos animales puede estar aproximadamente en la misma proporción. Por lo tanto, a dichos animales se les debería suministrar en su alimentación una cantidad de proteínas digeribles equivalente al doble de la cantidad que secretan en la leche con el fin de cubrir los requisitos de estas sustancias en la producción lechera.

Estos son los motivos por los cuales las vacas que, durante su período de lactancia se alimentan con forrajes de leguminosas, son buenas productoras de leche rica en proteínas. La cantidad que produce está en relación directa con la proporción de proteínas y amino-ácidos que reciban. Así queda confirmada la importancia que tienen las leguminosas como fuentes productoras de proteínas en la leche. Además, Morrison (18) la ratifica, cuando dice: "En la alimentación del ganado los forrajes de las leguminosas complementan a los granos de los cereales".

La anterior afirmación la refuerzan Hudgson y Reed (13) cuando, al tratar sobre este tipo de plantas, dicen: "Las hojas de las leguminosas son más ricas en proteínas y minerales, especialmente calcio, que las hojas de las hierbas y cereales".

Y, al hablar de sus semillas, los mismos autores (13) manifiestan: "Las semillas de las leguminosas contienen más proteínas y grasas que las de los cereales". Con estas dos citas, se demuestra una vez más que los productos obtenidos de las leguminosas tiene una gran riqueza nutritiva y son de gran valor, bajo el aspecto bromatológico.

Al estudiar las leguminosas por el aspecto de su contenido vitamínico, podemos decir que tienen una alta riqueza de estos elementos tan útiles para la vida humana y animal.

De esta manera observamos que la vitamina A se encuentra en grandes cantidades en los forrajes verdes, o sea en aquellas plantas que se suministran a los animales en estado verde y fresco. Estos contienen gran cantidad de pigmento llamado "carotina" que es la base fundamental de la formación de ese factor alimenticio. Si alimentamos a las vacas lecheras con plantas ricas en carotina, como son las leguminosas, posiblemente la leche que produzca será rica en vitamina A. Este factor, dice Cary (8), en general es de gran valor para la salud humana y animal.

En relación con el contenido de el complejo B, podemos decir, que entre los forrajes, las leguminosas son las más ricas en tales vitaminas. Esto lo han demostrado los científicos norteamericanos y europeos en sus trabajos realizados sobre alimentación animal. Por lo tanto, al ganado lechero, durante su período de lactancia, deben suministrársele forrajes de leguminosas para que se abastezca del complejo vitamínico B para suplir los requisitos necesarios para su salud y para que la leche que produzca sea rica en este factor (Cary: 8). Este complejo es de gran importancia y utilidad para los animales en la lactancia; evita serios trastornos en su organismo

y es necesario para su crecimiento normal y su reproducción (Cary: 8).

Con respecto del contenido de Vitamina C y D, se puede decir lo mismo o sea: que son plantas ricas en tales factores. Por ésto, cuando las vacas lecheras se alimentan con forrajes de leguminosas, se puede tener la seguridad de que su leche será rica en esos factores alimenticios. Según Cary (8), estas vitaminas obran sobre el aprovechamiento del calcio y fósforo de los alimentos, y, específicamente, en cuanto a la vitamina D, manifiesta que es factor regulador de el metabolismo de estos minerales. De aquí la necesidad que hay de que a las vacas en lactancia se les suministre forrajes ricos en estas vitaminas, como son las leguminosas.

Ahora bien, al considerar las leguminosas por su contenido mineral, especialmente calcio y fósforo, se puede afirmar que son los forrajes más ricos en calcio que se usan en la actualidad, y, aunque son pobres en fósforo, aventajan en su contenido a muchos de ellos. Con esto se demuestra que las leguminosas son, también, superiores a los demás forrajes. También se puede decir que si las vacas lecheras reciben alimentos ricos en minerales, como los que se obtienen de las plantas de que estamos tratando, la leche será rica en tales elementos. Además, según Morrison (18) el calcio y fósforo será mejor asimilado, si se tiene en cuenta que las leguminosas poseen un alto contenido de vitaminas C y D.

Para confirmar lo expresado anteriormente sobre el alto valor nutritivo y alimenticio de las leguminosas como forrajes, basta citar a Morrison (18) en su obra "Alimentos y Alimentación de los animales", cuando manifiesta lo siguiente:

"Las leguminosas forrajeras desempeñan un papel muy importante en la alimentación del ganado, a causa de las diversas cualidades que las hacen superiores a todas las demás plantas. Su calidad superior se basa en los siguientes aspectos:

- "1º **Dan mayor rendimiento de heno gustoso por hectárea.** El ganado lo consume en mayor cantidad y, por ésto, es más económico.
- "2º **Son más ricas en proteínas que todos los demás forrajes ordinarios.** Equilibran las deficiencias de otros forrajes.

Esto lo confirman Hudgson y Reed (12) cuando dicen: "Si el forraje suplementario del ganado, especialmente el lechero, es de leguminosas, se compensan con él las diferencias de proteínas en el pasto, porque su contenido en estos nutrientes es alto".

- "3º **Los forrajes de leguminosas son los alimentos más ricos en calcio de todos los que se obtienen en la granja.** Satisfacen las necesidades de las vacas lecheras, aún en alta producción, y el ganado de engorde no necesita que se le incluyan alimentos ricos en calcio en su ración. No son ricos en fósforo, pero su contenido es ligeramente mayor que el del maíz, sorgos y de las gramíneas.
- "4º **Los forrajes de las leguminosas poseen un valor excelente en vitamina A.** Contienen mucho más cantidad de caroteno y, por consiguiente, mayor valor en vitamina A.
- "5º **El heno de las leguminosas henificado al sol es rico en vitamina D.**

- “6º **Los forrajes de leguminosas son ricos en otras vitaminas.** Contienen varias veces más riboflavina que los henos ordinarios de las gramíneas; también son ricos en niacina y son una buena fuente de vitamina E.
- “7º **Sus proteínas compensan las deficiencias de las proteínas de los granos de cereales.**
- “8º **Las leguminosas aumentan el rendimiento y la riqueza en proteínas de las gramíneas.** Especialmente si se hace un cultivo mixto, ya sea para pastoreo o henificación, siendo preferible esta mezcla a cualquiera de las gramíneas solas. El efecto se debe, al menos en su mayor parte, al nitrógeno incorporado al suelo por los nódulos de las raíces, al desprenderse y descomponerse, y
- “9º **Las leguminosas tienen un papel en la conservación de la fertilidad del suelo.** En rotación aumentan los rendimientos de las cosechas posteriores. Utilizan el nitrógeno del aire y aumentan su contenido en el suelo. Si se aplica estiércol al suelo, el nitrógeno se recupera fácilmente”.

CAPITULO SEGUNDO

LAS LEGUMINOSAS ESPONTANEAS COMO FORRAJES

He demostrado como las leguminosas, en general, poseen un alto valor alimenticio como forrajes. Ahora trataré de determinar su condición forrajera por comparación y por su valor bromatológico.

Piper (20), al definir la palabra **forraje**, dice: “Es toda materia vegetal que, en estado tierno o seco, es comida por los animales herbívoros”. Ajustándose a esta definición, podemos ver claramente que las plantas en referencia pueden ser consideradas como forrajes; el ganado las ingiere junto con las gramíneas que forman los potreros y praderas. Son plantas forrajeras **naturales**, que se presentan y suceden en los potreros sin intervención de la mano del hombre.

Rossi (22) enumera una serie de condiciones que debe tener una forrajera ideal, así:

- a) **Debe ser resistente al pastoreo y poder recobrar su vigor (recovery), después del pastoreo.** Este requisito lo poseen en alto grado las leguminosas espontáneas. No las esquilma el ganado, a pesar de ser pisoteadas en forma continua;
- b) **Debe ser de alto rendimiento en forraje.** Este aspecto es algo deficiente en las plantas estudiadas. Pero, con todo, esta deficiencia se puede considerar compensada con la abundancia con que se presentan;
- c) **Debe tener palatabilidad o palatabilidad conveniente.** Es una condición muy importante. Los animales sólo comen lo que les agrada al paladar, y las plantas de que tratamos, se puede afirmar, poseen este requisito; el ganado las busca y devora con avidez;

d) **Debe tener composición química adecuada (buena cantidad de nutrientes).** Este punto aún no está suficientemente demostrado en las leguminosas espontáneas del Valle del Cauca. Son pocos los análisis químicos que se han hecho de algunas de ellas, pero, por los resultados que se tienen hasta ahora, se puede presumir que hay muchas que reúnen este requisito indispensable para la

buena alimentación del ganado, especialmente del lechero. Además, por los análisis químicos de este grupo de plantas realizados en otros países, como Argentina y Brasil (Ramos de Otero: 21 y Avila de Araujo: 3), se puede llegar a la conclusión de que habrá muy poca diferencia en los resultados (contenido de nutrientes), comparando las mismas especies entre si;

e) **Debe adaptarse a los diferentes tipos de suelos.** Es una cualidad que también es muy importante y necesaria para la adecuada propagación de las plantas forrajeras. Esta condición la poseen las plantas que estamos estudiando. Se las observa en cualquier parte, sin que sean muy exigentes por el tipo del suelo;

f) **Debe tener resistencia a enfermedades y plagas, especialmente tóxicas al ganado.** Acerca de esto se tienen escasos datos precisos, pero, por observaciones hechas, se puede afirmar que las plagas y enfermedades son muy poco frecuentes en las leguminosas espontáneas. Sería conveniente que se estudiaran detenidamente por este aspecto.

g) **Debe ser de rápido crecimiento.** En relación con este requisito, se puede decir que las leguminosas espontáneas son aceptables. La mayoría son de rápido crecimiento; algunas tienen un período vegetativo corto y otras son perennes.

h) **No debe tener en su composición glucósidos, especialmente tóxicos al ganado.** Este requisito lo poseen las leguminosas que estamos estudiando. Si fuesen tóxicas, el ganado no las comería, por solo instinto de conservación.

i) **Debe tener características de ser cultivable,** es decir que produzca una mayor cantidad de follaje en relación con las flores y frutos. Esto tiene gran valor, porque lo que aprovecha el ganado son las hojas y las ramas tiernas. Del grupo de las plantas que se estudian, una gran mayoría posee este valioso requisito; y

j) **Debe producir abundante cantidad de semilla que sea de fácil recolección.** Esto sirve para abaratar la siembra de las plantas forrajeras, mediante el aprovechamiento de toda la semilla que produzcan. Entre las leguminosas espontáneas que se estudian los “amor-secos” y “pega-pegas” producen suficiente cantidad de semilla, pero la recolección es algo difícil, por la adherencia de sus frutos a las ropas de las personas y al palaje de los animales, defecto que, de otro modo, constituye una ventaja, por ser un seguro medio de transporte de la semilla de unos lugares a otros.

Sus semillas tienen un poder germinativo bajo, cuando se trata de propagarlas artificialmente. Por la vía natural, parece que su germinación es mucho más alta. Esto lo demuestra la abundancia con que se presentan en los potreros y las grandes manchas que, a veces, forman en ellos. Sería conveniente estudiar éstos fenómenos y, mediante una experimentación adecuada y técnica, buscar solución al problema, obteniendo una forma apropiada de aprovechar las semillas en la propagación de las leguminosas espontáneas en forma artificial.

CAPITULO TERCERO

IMPORTANTES CARACTERISTICAS BOTANICAS DE LAS LEGUMINOSAS (1)

Antes de entrar a enumerar las leguminosas espontáneas de posible valor forrajero y de pastoreo para nues-

tro ganado lechero, se señalan los caracteres botánicos más importantes de esta familia. Los inicio con la posición que este extenso grupo de plantas tiene dentro de la clasificación o sistemática botánica, así:

Las leguminosas son una familia de las *angiospermas*, de la clase *dicotiledóneas* y del orden *leguminales*.

Esta familia se divide en tres subfamilias: *mimosoideas*, *celsapinoideas* y *papilionoideas*. A su vez, éstas se subdividen en tribus que comprenden numerosos géneros con sus correspondientes especies.

Caracteres. — Las leguminosas son plantas que se encuentran esparcidas en todo el Globo Terráqueo, con excepción de las zonas glaciales. Son muy comunes en los trópicos, donde se encuentran con mucha abundancia.

Su nombre se debe a que todas poseen un fruto unicarpelar alargado, que frecuentemente se abre en dos valvas, cuando es dehiscente. En su interior encierra semillas dicotiledóneas que carecen de endosperma. Este fruto se denomina **legumbre** o **vaina**.

Son plantas de diversidad de tamaño. Se encuentran desde las humildes hierbas hasta los gigantescos árboles que crecen en las selvas tropicales. Pero son muy comunes los árboles, arbustos y enredaderas.

Casi todas poseen raíz pivotante o cundidora que se profundiza bastante en las capas inferiores del suelo. Esto las capacita para alimentarse mejor. Pueden extraer de las capas más profundas del suelo los nutrientes esenciales que necesitan, lo mismo que los minerales raros que requieran para su desarrollo y vida. También debido a la longitud de su raíz, están mejor ancladas al suelo y tienen una mayor estabilidad en los lugares donde crecen.

Estas plantas poseen hojas compuestas (rara vez simples), pinnadas o bipinnadas, par o imparipinnadas, habiendo casos en que los últimos folíolos se convierten en zarcillos para facilitar la aprehensión a los objetos cercanos. Generalmente son pecioladas y provistas de estípulas en el punto de inserción del pecíolo al tallo. A veces tienen estipulillas (estípelas) en los sitios de unión de los folíolos al ráquis. Se encuentran esparcidas indistintamente en el tallo, siendo generalmente alternas.

Esta numerosa familia, además de poseer "La legumbre" como característica especial, se distingue también porque tiene flores dialipétalas, cíclicas, heteroclamídeas, generalmente diplostémonas, hipogíneas, regulares (actinomorfas) o irregulares (zigomorfas) y hermafroditas; con pistilo libre y cáliz compuesto por cinco sépalos más o menos definidos. Estos, algunas veces, se fusionan formando un tubo que presenta en su parte superior cinco dientes o lóbulos más o menos marcados.

La corola está formada por cinco pétalos bien definidos. Cuando se trata de flores irregulares, a cada pétalo se da un nombre especial, de acuerdo con su posición en la flor, así: el superior, que comunmente es de mayor tamaño, se denomina "estandarte", los dos laterales, "alas" y los dos inferiores, que se juntan formando una estructura especial, se les llama "quilla" o "carena". Estas flores llevan el nombre de papilionadas o amariposadas. Su prefloración puede ser vexilar o descendente, si el pétalo superior ("estandarte") se encuentra externo en el botón floral; o carenal o ascendente, si éste es

interno y externamente aparece la quilla. A veces, por aborto, las flores carecen de pétalos. En algunos casos los pétalos se unen, constituyendo una corola gamopétala.

El androceo en la generalidad de los casos está compuesto por diez estambres libres, o con todos sus filamentos unidos formando un tubo (monadelfos); o con un estambre libre o suelto y los nueve restantes unidos (diadelfos). Llevan anteras libres, grandes, biloculares, dehiscentes longitudinalmente. Hay algunos casos en que la dehiscencia es por poros apicales.

El gineceo o pistilo está formado por un ovario libre, unicarpelar, estipitado o sésil; con estilo largo, filiforme, arqueado o enrollado, termina en un estigma más o menos prominente y capitelado. Cuando los estambres forman un tubo, ya sea mona o diadelfos, el estilo está encerrado en dicho tubo. El ovario encierra uno o varios óvulos arreglados en doble hilera en la sutura ventral; son alternos, anátropos o semi-anátropos y curvos; tienen cotiledones más o menos gruesos o delgados y foliáceos.

El fruto es seco, formando una vaina (legumbre) recta o curva o espiralada. Encierra semillas con embrión curvo o derecho y albumen carnoso o córneo, casi siempre desprovistas de endosperma. Hay casos en que la legumbre presenta estrangulamiento transversal, formando secciones independientes. Cada una de ellas encierra una sola semilla y se denomina artejo o segmento. Este tipo de fruto, en la mayoría de los casos, se rompe por sus segmentos, separándose cada uno independientemente. Botánicamente esta modificación de la legumbre recibe el nombre de "lomento".

Las flores se presentan comunmente dispuestas en racimos, espigas o capítulos. Son de colores vivos y variados y están provistos de brácteas en la base del pedúnculo.

Generalmente, se puede decir que las leguminosas son plantas dialipétalas, con pistilo libre, de flores regulares o irregulares; con estambres unidos por sus filamentos, formando uno o dos grupos; y, a veces, independientes. El pistilo es unicarpelar, con placentación axilar y óvulos curvos, a veces inversos. Su fruto es una vaina que generalmente se abre en dos valvas. Sus hojas son alternas, compuestas y, en algunos casos, con folíolos transformados en zarcillos. Sus flores se agrupan en racimos, espigas o capítulos; son de colores muy vivos y variados. Además, tienen raíz pivotante y su porte es muy diverso, desde las pequeñas hierbas hasta los enormes árboles. Y crecen y desarrollan en todos los lugares del planeta, con excepción de las zonas polares.

CAPITULO CUARTO

DIVISION DE LAS LEGUMINOSAS

Después de enunciadas las características más importantes y generales de las leguminosas, como familia o grupo botánico, estudiaremos su taxonomía. Con este objeto, se presenta una clave que ha sido adaptada de la obra titulada "Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas", de Arturo Burkart (6), quien ha dividido esta familia en tres subfamilias, de acuerdo con sus características comunes, así:

A.— *Flores actinomorfas*, generalmente apretadas en espigas, capítulos o racimos espiciformes densos. *Corola de prefloración valvar*. A menudo gamopétala; cáliz generalmente valvar o abierto. Sépalos en la mayoría soldados. Estambres 4 a infinitos, por regla general sobrepasando la corola que es pequeña. Filamentos libres o a veces soldados. Polen a menudo compuesto. *Hojas bipinnadas*, rara vez pinnadas, reducidas a filodios o nulas. *Ovulos anátropos, embrión recto*; hilo apical o sub-apical, punctiforme I. *MIMOSOIDEAS*

AA.— *Flores zigomorfas*, rara vez actinomorfas, pero en plantas con hojas no bipinnadas. *Prefloración imbrincada* en cáliz y corola, pocas veces valvar en el cáliz (pétalos 5, libres entre sí, por lo menos en la base; en algunos géneros excepcionales prefloración abierta; en otros casos corola reducida a pocos pétalos). Estambres generalmente 10, igualados o envueltos por la corola a menudo vistosa; en pocos casos exsertos, rara vez reducidos. Polen libre (en los casos estudiados).

B.— *Prefloración de la corola ascendente o carenal*: estandarte interno, cubierto en sus bordes por los otros pétalos. Corolas muy variadas, grandes y vistosas o muy pequeñas. Sépalos generalmente libres. Estambres 3-12, libres, rara vez soldados. *Hojas bipinnadas*, rara vez simples o nulas. *Ovulos anátropos, embrión casi siempre recto*; hilo apical o subapical . . II. *CELSAPINIOIDEAS*

BB.— *Prefloración de la corola descendente o vexilar*: estandarte externo, cubierto con los bordes de las alas y quilla. Corola generalmente amariposada, los 2 pétalos inferiores conniventes y más o menos unidos en forma de quilla en el ápice. Sépalos soldados. Estambres 10, rara vez menos, generalmente escondidos en la quilla, libre o más a menudo soldados en diverso grado por sus filamentos: típicamente (9) + 1. Hojas pinnadas, digitadas, trifolioladas, unifolioladas, simples o nulas, *pero nunca pinnadas*. *Ovulos campilótropos, embrión encorvado*; hilo generalmente hacia el medio de la semilla.

III. *PAPILIONOIDEAS*

Estas tres subfamilias se subdividen en tribus, de las cuales sólo incluiremos las que interesan en el presente trabajo, extractadas de la mencionada obra de Arturo Burkart (6: págs. 104-105 y 149) antes citada, en la siguiente forma, dando las características más importantes de cada uno de los géneros que comprenden las plantas objeto de este estudio:

I. *MIMOSOIDEAS*

Sépalos de prefloración valvar o abierta, cáliz casi siempre gamosépalo, a veces muy reducido, Corola generalmente gamopétala. Estigma pequeño. Estambres 3, 4, 5, 8, 10 por flor, es decir en número igual o doble al de los pétalos (excepcionalmente 12, pero en flores de 6 pétalos); filamentos casi siempre libres entre sí; hojas bipinnadas, excepcionalmente pinnadas en algunas especies subáfilas. Anteras sin glándulas (*EUMIMOSEAS*). Hierbas perennes. Semillas muy oblicuas en la vaina, que es estrecha. Capítulos paucifloros; brácteas florales pequeñas, lanceoladas.

Desmanthus

II. *CESALPINIOIDEAS*

Plantas con hojas pinnadas, con un par hasta numerosos pares de folíolos o simples unifolioladas — Anteras más o menos basifijas, deshicentes por poros apicales (*CASSIEAS*) — Flores amarillas — Dehiscencia de la legumbre elástica, hierbas o frútices. Pétalos desiguales; hojas casi siempre glandulíferas; hierbas o frutículos más o menos rastreros *Chamaecrista*

III. *PAPILIONOIDEAS*

Como esta subfamilia es la más importante y la que comprende el mayor número de plantas que se incluyen en este trabajo, trataremos primero lo que atañe a las tribus que contienen los géneros a los cuales pertenecen dichas plantas, mediante la siguiente clave, extraída también de la obra de Arturo Burkart (6, pág. 192):

1.— Vaina transformada en lomento, que a veces es de un solo artejo *HEDISAREAS*

- 1'.— Vaina normal o modificada, pero no es lomento.
 2.—Hojas trifolioladas.
 3.—Folíolos dentados, sin estipelas. Fruto utricular ovoido, 1 — pauciseminado, falcado o espiralado, indehiscente sin elasticidad. Plantas no volubles. Ovario sin disco basal TRIFOLIEAS
 3'.—Folíolos enteros, generalmente con estipelas. Vaina bivalva, dehiscente. Muchas volubles. Ovario con disco basal FASEOLEAS
 2'.—Hojas con cinco o más folíolos, sin zarcillos. Fruto generalmente dehiscente. Hierbas o arbustos. Filamentos no engrosados GALEGUEAS

Las anteriores tribus, comprenden numerosos géneros, pero, como sólo tienen importancia aquéllos a los cuales pertenecen las especies objetos de este estudio, con ellos se ha elaborado la siguiente clave, que se ha extractado

de las que aparecen en la obra de Burkart (6: págs. 236; 267-312-315 y 408-416) que nos ha servido de guía para ello:

I. HEDISAREAS

- 1.— Receptáculo floral en platillo o en copa (ovario insertado más o menos al mismo nivel que la corola y el andróceo). Estambres poli-, monadelfos, pero en este último caso con tubo generalmente abierto en el borde vexilar, a veces solo después de la antesis.
 2.—Hojas imparipinnadas.
 3.—Hojas con cinco o más folíolos, sin estipelas. Flores en general amarillas o rojizas. Racimos alargados pedicelos a lo largo del pedúnculo. Filamentos estaminales delgados. Fruto de varios artejos, éstos lateralmente comprimidos. Estambres en 2 falanjes laterales de 5 cada uno: (5) + (5), es decir, tubo estaminal abierto en las suturas vexilar y carinal, por lo menos en la base. Hierbas o arbustos de flores amarillas o rojizas; artejos del fruto inermes, lisos o verrugosos *Aeschynomene*
 3'.—Hojas con tres folíolos o, en algunas especies, 1-folioladas. Flores rosadas, violáceas o blanquecinas. Folíolos con estipelas. Fruto un lomento multiarticulado, lateralmente comprimido, a menudo adherente ... *Desmodium*
 2'.—Hojas paripinnadas, con 2 a 4 folíolos, con puntos glandulosos en la cara inferior. Estambres monadelfos en tubo arriba cerrado o hendido. Hojas 2-folioladas. Flores en espigas, amarillas, cada una protegida por 2 brácteas foliáceas peltadas. Lomento hirsuto por pelos gruesos, sin glándulas ... *Zornia*
 1'.— Receptáculo floral alargado, tubuloso (tubo de 2, 5 mm. a varios cms. de longitud), caduco con cáliz, corola y andróceo después de la antesis (ovario insertado muy por debajo de la corola y del andróceo). Estambres monadelfos, en tubo casi siempre cerrado. Anteras dimorfas; a veces la antera vexilar abortada. Flores anaranjadas. Frutos aéreos, pequeños, con 1-2 artejos ovales, coronados por la base estilar persistente enroscada. Hojas con 3 folíolos linear-lanceolados. Estilo glabro. Semilla pequeña, con radícula oblicua y tegumento coriáceo *Stylosanthes*

II. TRIFOLIEAS

- 1.— Corola caduca después de la floración. Pétalos no soldados al tubo estaminal. Semillas dispuestas de modo que la radícula apunta al ápice del fruto. (Micrópila más abajo del funículo; radícula inferior y ventral). Hojas pinnado-trifolioladas; peciólulo mediano mayor que los dos laterales. Fruto encorvado lateralmente en arco o espiral de 1 o más vueltas, generalmente con varias semillas y subdehiscente, espinoso, ganchoso o inermes, cuando uniseminado con el ápice espiralado. Plantas no olorosas. Racimos pedunculados, breves, a veces en forma de pequeñas umbelas. Cotiledones atenuados insensiblemente en el peciolo, sin articulación basal *Medicago*
 1'.— Corola marchita persistiendo sobre el fruto (rara vez caduca, pero entonces en plantas cuyas hojuelas tienen peciólulos de igual longitud). Pétalos inferiores soldados al tubo estaminal. Semilla dispuesta en la vaina en forma de que la radícula

apunta hacia la base del fruto o hacia la placenta. (Micrópila más arriba del funículo; radícula superior y dorsal). Hojas digitado-trifolioladas: peciólulos de igual longitud (sólo en pocas especies el peciólulo mediano mayor). Cotiledones articulados y abruptamente atenuados en el peciolo *Trifolium*

III. FASEOLEAS

- 1.— Estilo glabro, sobre todo en el ápice (base del estilo a menudo revestida de pubescencia raleada del ovario; por excepción llegan hasta cerca del estigma, pero en el dorso y a los costados, no en el borde ventral del estilo). Estigma glabro, rara vez ciliado. Quilla recta, en ocasiones subespiralada, pero en el plano medio de la flor (no ladeado).
- 2.—Estandarte con un breve espolón recurvo en el dorso, cerca de su base. Estilo transversalmente dilatado en la extremidad; estigma alargado, ciliado. Plantas perennes, volubles, racimos paucifloros, axilares; estípulas, brácteas estriadas. Hojas 3, 1-, ó 3-5-folioladas, estipeladas. Flores violáceas o rosado-lilacinas, de 1,5-4 cms. de longitud, frecuentemente resupinadas. Cáliz con 5 lóbulos breves o largos. Vaina linear, recta, con rostro largo y fino *Centrosema*
- 2'.—Estandarte sin espolón dorsal. Estigma en general glabro, glabroso o punctiforme. Vaina con pico breve.
- 3.—Cinco estambres alternos (los del ciclo interno, que comprende el estambre vexilar) atrofiados, con anteras pequeñas o casi nulas. Estambres pseudomonadelfos. Hierbas volubles humildes; flores pequeñas, menores de 1 cm. Vaina linear, delgada, con el ápice ganchoso, incurvo. Racimos alargados, finos, con escasas flores distanciadas *Teramnus*
- 3'.—Los 10 estambres fértiles, anteras todas desarrolladas; rara vez 1-2 estambres carinales atrofiados. Vaina de extremidad recta o sólo el mucrón apical recurvo.
- 4.—Bractéolas calicinales nulas. Estambres (9) + 1 libre. Cáliz con 5 lóbulos, los dos superiores más o menos soldados formando uno bidentado. Flores amarillas, anaranjadas o amarillo-rojizas. Cáliz, ovario e hipófilo salpicados generalmente con puntos o pelos glandulosos entre la pubescencia. Semillas rara vez con arilo. Ovario siempre 2 ovulado; vaina breve, biseminada, sin estrías. Estipelas foliares nulas o apenas insinuadas. Plantas perennes, volubles o no. Hilo redondo u ovalado, funículo de inserción central o subcentral; semillas en posición longitudinal en la vaina *Rhynchosia*
- 4'.—Bractéolas presentes (aunque a veces muy caducas antes de la floración). Plantas sin puntos o pelos glandulosos. Estipelas casi siempre desarrolladas. Estambres diadelfos: (9) + 1, o pseudomonadelfos. Flores violáceas, rojas, rosadas o blancas, rara vez amarillas.
- 5.—Racimos más breves que las hojas, flores generalmente en manojos o umbelas axilares, casi sentadas. Cáliz campanulado, con tubo corto y lóbulos más largos que él, no giboso. Corola grande o pequeña, pétalos con uña breve. Plantas glabras o finamente pubescentes, a menudo seríceas, herbáceas, volubles, suberectas o rastroas, o arbustos erguidos; hojas 3-1 folioladas *Galactia*
- 5'.—Racimos alargados, casi siempre mayores que las hojas, generalmente multifloros, con pedúnculo desnudo en la parte inferior; ráquis nudoso en el punto de inserción de las flores. Estambres diadelfos: (9) + 1 libre.
- 6.—Lóbulos calicinales 4 (por soldadura completa de los 2 superiores) lanceolados, agudos. Plantas perennes suberectas o volubles. Ovario sentado o subsentado; vaina linear comprimida, multiseeminada; hilo elíptico u oblongo, no mayor que $\frac{1}{2}$ la longitud de la semilla *Galactia*

6'.—Lóbulos calcinales 5, los dos superiores más o menos soldados. Generalmente uno o dos estambres inferiores (carinales) con anteras atrofiadas o nulas. Flores de alrededor de 1 cm. de longitud, en racimos de 15-30 cms. de longitud, muy poblados. Vaina interiormente septada; hilo pequeño, oval; funículo sin apéndice. Enredaderas o matas no volubles. Estilo glabro o pubescente en el dorso hasta cerca del estigma

Calopogonium

1'.— Estilo pubescente a lo largo del borde ventral, o barbudo del mismo lado, debajo del estigma (cepillo subestigmático).

7.—Quilla recta o sólo levemente ladeada. Estilo pubescente o barbudo debajo del estigma, del lado ventral pero, glabro en su parte media, no habiendo continuidad entre la pubescencia del ovario y la estilar. Racimos en general largos y nudosos en los puntos de inserción de las flores. Hojas 3-folioladas; raíces muy excepcionalmente tuberosas. Frutos aéreos, cilíndricos o anchos, chatos, con más de dos semillas. Estigma subapical, ventral, sobrepasado por el estilo que forma un pequeño apéndice estéril. Vainas largas, más o menos cilíndricas. Corola violácea o amarilla. Enredaderas anuales; hay razas enanas .. *Vigna*

7'.—Quilla encorvada en S, en circunferencia irregular, o espiral ladeada que forma 2-7 vueltas. Estilo alargado glabro y fino en el medio, con barba densa (cepillo) debajo del estigma, del lado ventral; extremidad del estilo a veces endurecida. Plantas volubles, rastreras o erguidas, anuales o perennes; hojas trifolioladas. Estigma terminal o subterminal *Phaseolus*

IV. GALEGUEAS

1.— Anteras apiculadas (conectivo prolongado más allá de las tecas). Plantas inermes, cubiertas de pelos malpigiáceos (sujetos más o menos por el medio). Semillas, sobre todo las inmaduras, cúbicas y angulosas. Hojas imparipinnadas con 1 a numerosos folíolos. Racimos axilares. Vainas alargadas con varias semillas. Estambres diadelfos: (9) + 1. Folíolos numerosos o, en algunos casos, reducidos a 3 ó 1; borde foliolar entero. Plantas perennes *Indigofera*

Cada uno de los géneros incluidos en las anteriores claves comprende una o varias especies nativas o espontáneas del Valle del Cauca, las cuales crecen en los potreros o en sus cercas. Pueden tener un valor forrajero, pues muchas de ellas son aprovechadas en otros países con tal fin. De estas especies trataremos en detalle en el capítulo siguiente, estudiando cada una por separado.

CAPITULO QUINTO

LAS LEGUMINOSAS VALLECAUCANAS POSIBLEMENTE FORRAJERAS

Después de haber tratado las generalidades botánicas de las leguminosas y sus respectivas sub-familias y géneros, así como su aspecto bromatológico en general, entramos a la parte fundamental de este trabajo cual es la enumeración de las plantas nativas y espontáneas que pueden tener valor forrajero, y crecen en convivencia con las gramíneas que forman los potreros de las dehesas del Valle del Cauca.

El hecho de que estas leguminosas crezcan con los pastos es de gran importancia. Balancean su valor nutritivo y, además, benefician mejor al ganado, especialmente al lechero, que las come con el pasto, lo cual le capacita para una producción más abundante de leche, como también le proporciona mejor y más eficiente ali-

mento. Esto lo confirma Morrison (18), al manifestar lo siguiente: "Las mezclas pratenses de gramíneas y leguminosas dan mayor rendimiento que los potreros de pastos permanentes".

La importancia que tienen las plantas que enumeramos en seguida dando de cada una su nombre vulgar cuando es conocido, el científico y su descripción botánica, acompañada del respectivo dibujo y algunos datos sobre su comportamiento con los suelos, lugares donde vive, etc. y a veces, su análisis químico, está demostrada con el hecho de que la mayoría de los ganaderos dicen que el pasto común (*Paspalum spp.*) es el mejor y más rico para el ganado lechero. Pero la verdadera explicación es que en los potreros formados por dichas gramíneas, viven en mezcla con ellas varias especies de leguminosas que completan el valor alimenticio y nutritivo de este pasto. Esto da, como resultado, que los animales produzcan mejor y más abundante leche. Este hecho lo refuerzan Hudgson y Reed (13), al expresar: "Por lo general, en los terrenos destinados a pastoreo permanente, es conveniente que se efectúen siembras de distintas variedades (especies) de plantas a la vez, tanto leguminosas como gramíneas".

Las leguminosas, objeto del presente trabajo, están esparcidas en todos los potreros de la parte plana y de clima medio del Departamento. Se presentan con mucha abundancia en las regiones calientes y se caracterizan porque la mayoría tiene tallos rastreros (aunque hay algunas especies arbustivas y enredaderas), que de tre-

cho presentan yemas que desarrollan raíces ramificadas muy profundas y tallos aéreos que alcanzan una altura promedio de 0,60 m. o más, las cuales sostienen las inflorescencias. Todas tienen hojas compuestas, casi siempre imparipinnadas y trifolioladas. Flores, con frecuencia, en racimos o espigas pequeñas, a veces en capítulos, de colores variados y comunmente amariposadas (papilionadas), con 10 estambres y ovario alargado. La vaina o legumbre, en la mayoría de los casos, se modifica en lomento con 2 a 10 artejos que tienen la forma aproximada de una empanada y, por lo cual suelen llamarlas "empanaditas"; además, están provistos de pelitos ganchudos que les sirven para adherirse a las vestiduras de las personas que caminan por los potreros y al pelaje de los animales, por lo que se las conocen con el nombre vulgar de "pega-pega". Este es uno de los medios de diseminación de las semillas, ya que, al ser llevados en las ropas de las personas o en la piel de los animales, las transporta a otros lugares.

En cuanto al valor nutritivo de estas plantas, podemos decir que es bueno, ya que su composición química muestra un alto contenido de nutrientes. Esto lo observamos en los resultados de los análisis de algunas de ellas, realizados por el laboratorio del Ministerio de Minas y Petróleos (1) que copiamos en seguida:

| | Agua | Proteína cruda | Grasa | Cenizas | Fibra | Extracto nitrogenado |
|-----------|-------|-------------------|-------|---------|-------|-------------------------|
| Frijolito | 60,40 | 6,70 | 0,60 | 3,90 | 17,00 | 11,40 |
| Pega-pega | 52,00 | 6,10 | 1,20 | 5,50 | 18,90 | 16,30 |
| Amor Seco | 78,50 | 3,31 | 0,31 | 1,52 | 6,22 | 10,14 |

Además Olimpo Arenas (2), hablando de este tipo de plantas por su aspecto alimenticio, dice: "desde varios años atrás vengo observando que en algunos rastrojos de tierra cálida el ganado se halla más sano y reproductivo que aquél que se cuida en las mejores praderas artificiales".

"En el año de 1929 tuve oportunidad de hacer en el Departamento de Caldas los primeros estudios sobre la leguminosa rastrera conocida con el nombre de "amor-seco". Se determinó, tanto en la Escuela de Agronomía como en el Laboratorio Químico del Ministerio de Industrias, su valor en proteínas y se le hizo una amplia propaganda en la Revista de la Sociedad de Agricultores de Caldas".

Como se observa, por lo anterior, desde hace muchos años hay personal interesado en la propagación y estudio de este tipo de plantas, acierto que el mismo Arenas (2) confirma, cuando manifiesta que "el amor seco tiene un alto valor en proteínas que son las sustancias esenciales para el caso de la alimentación del ganado lechero, especialmente en nuestro medio tropical".

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el estudio de estas leguminosas por su aspecto forrajero, hay que tratar por todos los medios posibles de aumentar su propagación hasta obtener que su población y distribución en los potreros destinados al ganado vacuno sea abundante y extensa.

Veamos en seguida las especies espontáneas, de posible valor forrajero y de pastoreo que crecen en el Valle del Cauca, con los atributos que antes hemos señalado, y que son materia de este estudio:

"Pega-pega" o "Amor seco" (Fig. N° 1).

Nombre científico: *Desmodium intortum* (Miller) Urban.

Sinonimias: *Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC.
Hedysarum uncinatum Jacquin.

Planta de tallo alargado, algo postrado, triaristado, provisto de pelos ganchudos que hacen que sea pegajosa. Hojas trifoliadas, con folíolos lanceolado-elípticos, pu-



Fig. 1 — *Desmodium intortum* Miller.

bescentes más en el envés, principalmente sobre las nervaduras. Flores violáceas, en racimos terminales y pedicelos alternos en pares. Corola amariposada donde las alas cubren la quilla al abrirse, con prefloración vexilar; 10 estambres monadelfos; ovario alargado con estilo corto y estigma prominente. Fruto lomentáceo con el margen superior casi liso, provisto de pelos ganchudos, compuestos de 5 a 10 artejos más o menos triangulares (Bermúdez: 5).

Crece en regiones de clima medio, en donde es abundante y se presenta con vigor. Posee abundante follaje y tallo bastante fuerte. Puede adaptarse bien al pastoreo y crece mezclada con el pasto Yaraguá o Gordura.

También se presenta en las regiones de clima medio una variedad de esta especie llamada *Desmodium intortum* (Miller) Urban var *apiculatum* Schubert, la cual es escasa, pero parece tener porvenir como forrajera.

"Pega-pega" o "amor seco" (Figs. Nos. 2 y 31).

Nombre científico: *Desmodium adscendens* (Sw.) DC.

Sinonimias: *Hedysarum adscendens* Swartz.
Meibomia adscendens (Sw.) O.K.

Planta de tallo erguido, de 20 a 30 cms., cilíndrico, decumbente, muy ramificado. Hojas trifolioladas, con folíolos aovados, glabros de 1-1,5 cms. y de borde liso. Inflorescencia en racimos terminales ralos; flores violáceo-claras, casi blancas con péndulo largo. Cáliz con 5 sépalos soldados, presentando 5 lóbulos bien definidos. Corola amariposada, de prefloración vexilar. Cáliz persistente y estípulas en la base del pecíolo, lo mismo que en punto de inserción de los folíolos al ráquis; 10 estambres diadelfos; ovario alargado, de sección oval; estilo corto y estigma prominente. Fruto lomentáceo con 2 a 5 artejos semi-ovales, con margen liso y provisto de pelos pequeños. (Bermúdez: 5).



Fig. 2 — *Desmodium adscendens* (Sw.) DC.

Esta planta se presenta en abundancia en los potreros de pasto común. Forma manchas de buen tamaño, resiste el pisoteo. Es de gran porvenir como forrajera. Con tal fin se la usa en el Brasil (Ramos de Otero: 21 y Avila de Araújo: 3). Resiste el diente de los animales, los cuales la buscan con avidez. Crece en suelos algo húmedos, pero no en exceso. Posee tallos fuertes y produce abundante semilla, por lo cual se propaga con facilidad.

En algunas regiones de Antioquia, donde también se le encuentra especialmente en las zonas húmedas del norte (Mutatá y Villa Arteaga), lo mismo que Boyacá y Santander (Puerto Wilches), esta planta es atacada por un hongo que produce en las hojas manchas negras

más o menos circulares, que a veces ocasiona el secamiento total de ella. También, se la ha encontrado afectada por un áfido (pulgón) de color verde, cubierto a veces por un indumento blanco seroso, en los mismos lugares anteriormente mencionados.

“Amor seco” o “Empanaditas” (Fig. N° 3).

Nombre científico: *Desmodium affine* Schlecht.

Sinonimias: *Meibomia albiflora* (Salzn.) O.K.

Desmodium albiflorum Salzn.

Planta pequeña, de tallo herbáceo, ascendente, de 25-30 cms. de altura, con base manifiestamente pilosa. Hojas estipuladas, pecioladas, trifolioladas; folíolos de 1,5-9 cms. escabro-pubescentes, principalmente en las nervaduras; folíolo terminal (central) largamente rombo-obtusos y los laterales oblicuo-ovales, estípulas erectas, ovales, agudamente acuminadas y persistentes; estipulillas linear-acuminadas y caducas. Inflorescencia en racimos terminales y alargados con flores pedunculadas, de 1 a 1,5 cms., provistas de brácteas lanceolado-acuminadas, ligeramente decíduas. Cáliz con 5 sépalos unidos formando 5 lóbulos bien definidos. Corola pubescente, amariposada de prefloración vexilar; 10 estambres diadelfos; ovario alargado, con estilo corto, de 2 cms., ter-

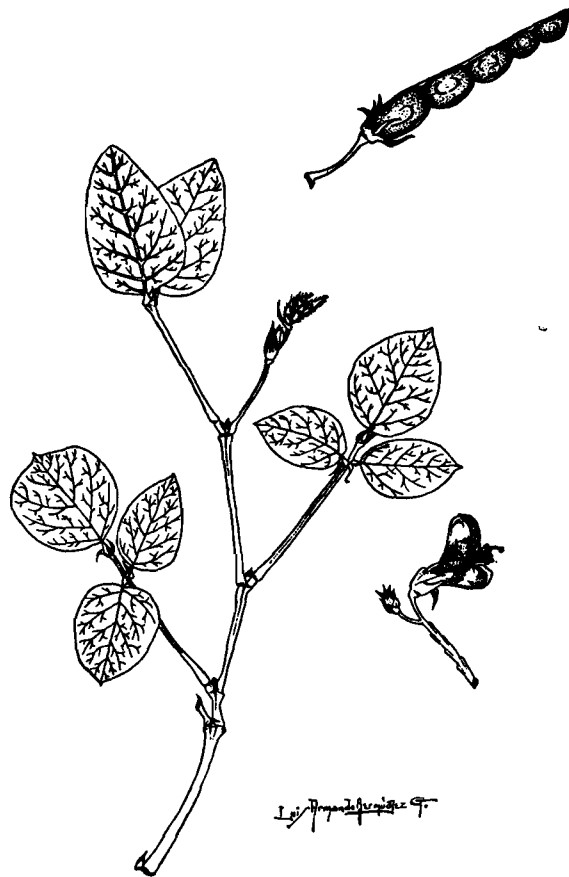


Fig. 3 — *Desmodium affine* Schlecht

minado en estigma lobular. Fruto lomentáceo provisto de pelos cortos, de borde superior liso o ligeramente lobulado y el inferior fuertemente lobulado y formado por 3 a 6 artejos, alargados y algo ovales (Bermúdez: 5).

Esta planta se encuentra muy poco. Está escasamente distribuída en el Departamento. Se observa con frecuencia en las regiones templadas. Comunmente crece mezclada con yaraguá.

“Amor seco” o “pega-pega” (Figs. Nos. 4 y 32).

Nombre científico: *Desmodium bartatum* (L.)
Benth. et Oerst.

Sinonimias: *Hedysarum barbatum* L.
Nicolsonia barbata DC.
Meibomia barbata Kuntze.

Planta erecta o ascendente, muy ramificada, escasa o densamente rufo-villosa. Hojas trifolioladas, con folíolos entre oblongos y elíptico-ovales, de la 3,5 cms.; brácteas y cáliz rufohirsutos; corola de sub-igual a igual, amari-
posada violácea. Fruto lomentáceo de 1 a 5 cms. de largo. Compuesto por 2 a 4 artejos, con margen superior continuo y el inferior profundamente lobulado. Inflorescencia en racimos terminales profusos (Bermúdez: 4).

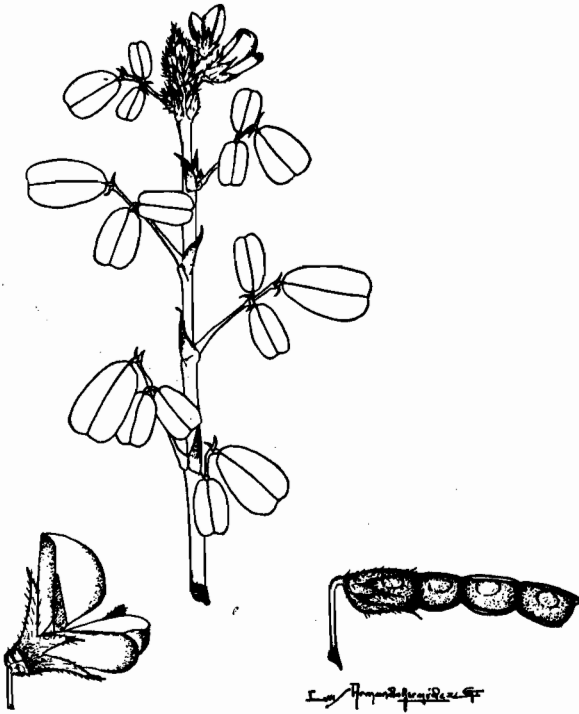


Fig. 4 — *Desmodium bartatum* (L.) Benth. et Oerst.

Esta planta está muy distribuída en el Valle del Cauca; se encuentra en mezcla con el pasto común, donde forma manchas abundantes y de buen tamaño. Como forrajera es de gran porvenir. Es la misma especie de la planta denominada “Barbadino” en el Brasil, en donde se la usa como forrajera por su alto valor alimenticio (Ramos de Otero: 21). Produce abundante semilla y es muy prolífica. Resiste el pisoteo y, por lo tanto, se recobra con facilidad y rapidez por su vigor. Se adapta a diversidad de suelos. No sólo crece en las regiones calientes sino también en las templadas.

En la Intendencia del Meta, en las estribaciones de la Cordillera Oriental, aledañas a Villavicencio, se observó que esta especie era atacada por un gusano barrenador del tallo y la raíz. Pero, parece que este ataque era ocasional, ya que sólo se encontraron algunas pocas plantas afectadas por dicho insecto. Estas, por su desarrollo y sorprendente crecimiento, aparentemente resistían en algo el ataque, aunque estaban marchitas.

Su composición química, tanto en términos de materia seca como húmeda, es la siguiente:

| | Humedad | Materia seca |
|-------------------------|---------|--------------|
| Agua | 77,50 | —0— |
| Proteínas | 4,03 | 17,90 |
| Grasas | 1,50 | 6,70 |
| Fibra | 4,13 | 17,90 |
| Carbohidratos | 9,10 | 40,80 |
| Cenizas | 3,70 | 16,60 |

(Estos análisis fueron hechos por el autor (4) en el Laboratorio de la Facultad de Agronomía del Valle).

“Amor seco”, “Pega-pega” o “Empanaditas” (Figs. Nos. 5 y 25).

Nombre científico: *Desmodium canum* (Gmel.)
Schinz. et Tell.

Sinonimias: *Desmodium incanum* (Sw.) DC.
Desmodium supinum (Sw.) DC.
Hedysarum canum Gmel.
Desmodium frutescens (Jacq.) Schindl.

Planta de tallo cilíndrico, reptante en la base, erecto y provisto de pelos, de 30 cms. de altura. Hojas trifolioladas, semi-coriáceas, con folíolos semi-elípticos de 2 cms., escasamente pubescentes en el envés y provistos de estípulas. Flores violáceas-claras, en racimos axilares y con brácteas más o menos persistentes. Lomento de bordes lisos o casi lisos, con artejos semielípticos provistos de pelos delgados y en número de 3 a 5 y de 3 cms. de largo aproximadamente. Estípulas soldadas entre sí hasta la mitad (Bermúdez: 4).

Es la planta más ampliamente distribuída en el Departamento. Crece en todos los potreros de pasto común

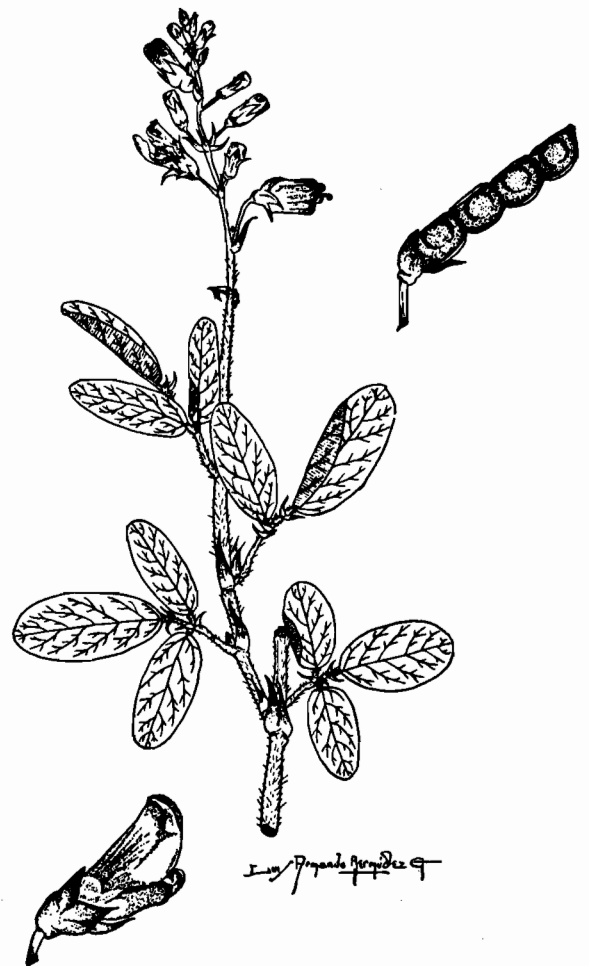


Fig. 5 — *Desmodium canum* (Gmel.) Schinz. et Tell.

del Valle del Cauca, tanto en la parte plana como en las regiones montañosas hasta una altura aproximada de 1.600 mts. Es resistente al pisoteo de los animales lo mismo que al diente de los mismos. Recobra su vigor con rapidez. Según Burkart (6), también crece acompañada con *Axonopus compressus*, fuera del *Paspalum notatum* (pasto común en el Valle del Cauca), como también con otras gramíneas afines. Parece tener porvenir como forrajera, pues en Argentina y algunos países Centroamericanos, como Guatemala (Burkart: 6) se la reporta como tal. Teniendo la ventaja de ser nativa y espontánea y de encontrarse en abundancia en todo el Departamento, se podría investigar detenidamente su comportamiento forrajero en el Valle. En los países mencionados se la usa para reemplazar los tréboles.

Además, según Hosaka y Ripperton (12), se establece en los potreros por sí misma en los espacios libres, y casi desprovistos de pastos y persiste a la asociación de gramíneas invasoras como Kikuyo, Bermuda (Pasto Argentina en el Valle del Cauca) y especies de *Paspalum*. Según los mismos autores (12), se puede establecer fácilmente en los potreros, sembrándola al voleo antes de pasar en el rastrillo en ellos para la resiembra.

Su composición química, en términos de humedad y materia seca es la siguiente:

| | Humedad | Materia seca |
|-------------------------|---------|--------------|
| Agua | 72,80 | —0— |
| Proteínas | 4,69 | 17,00 |
| Grasas | 2,00 | 7,95 |
| Fibra | 4,58 | 16,80 |
| Carbohidratos | 11,90 | 44,00 |
| Cenizas | 4,00 | 17,40 |

(Este análisis fue realizado por el autor (Bermúdez: 4) en el Laboratorio de la Facultad de Agronomía del Valle).

“Amor seco” (Fig. N° 6).

Nombre científico: *Desmodium sericophyllum* Schlecht.

Planta de tallo robusto, prostrado o erecto de 40 a 60 cms. de altura, densamente pubescente y provisto de pelos ganchudos. Hojas trifolioladas, coráceas y sub-coriáceas, con estípulas caducas. Folíolos de 5 a 7 cms., pubescentes en el envés, aovado elíptico y con estipulillas. Inflorescencias en racimos axilares poblados; flores violado-intenso, de 6 mm. de largo, con péndulos de 1,5-2,5 cms. Cáliz lobulado, compuesto por 5 sépalos. Corola amariposada de prefloración vexilar; 10 estambres diadelfos; fruto lomentáceo de 3 cms. de largo formado por 6-8 artejos alargados, lobulados en ambos márgenes, siendo más profundo en el inferior. Artejos casi circulares de 2 mm. y provistos de pelos ganchudos (Bermúdez: 5).

Está escasamente distribuída en el Departamento. Sólo ha sido observada en las laderas de las montañas. Pero, por la abundancia de su follaje, lo mismo que por ser buscada y comida por el ganado, puede tener porvenir como forrajera. Debe propagarse en grande escala.

“Amor seco” o “empanaditas” (Fig. N° 7).

Nombre científico: *Desmodium tortuosum* (Sw.) DC.

Sinonimias: *Hedysarum purpureum* Mill.
Hedysarum tortuosum Sw.
Desmodium purpureum Faws. et Rendle.

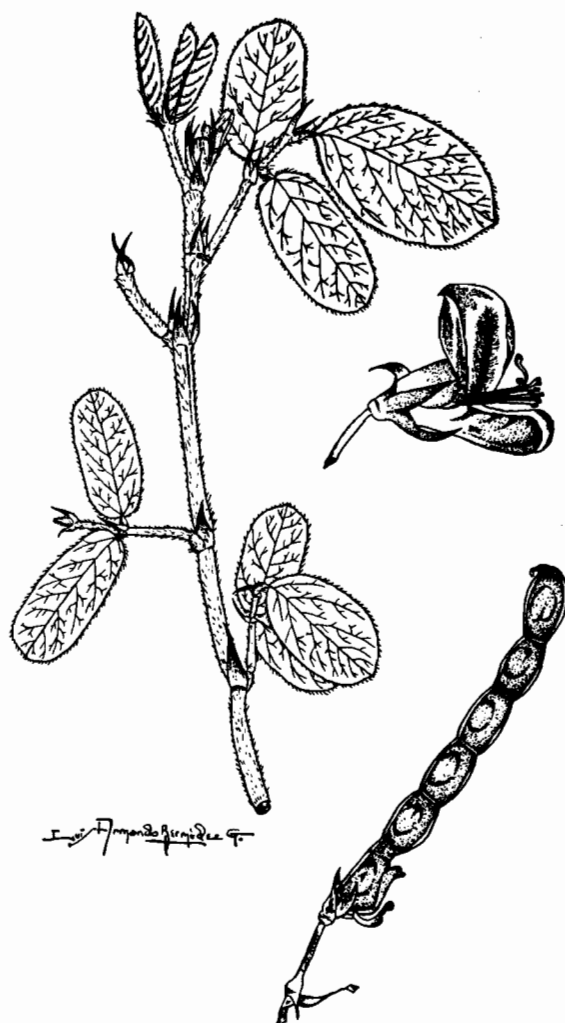


Fig. 6 — *Desmodium sericophyllum* Schlecht.

Hierba erecta, muy ramificada, de 0,60-1,20 mts. de altura, pubescente y con pelos encorvados. Hojas trifolioladas; folíolos aovados o aovados-elípticos, hasta de 1 cm. de largo, glabrescentes o escasamente pubescentes. Flores en racimos libres o panículas; corola violácea de casi 3 mm. Lomentos con 3-6 artejos torcidos al principio, generalmente planos en toda su longitud, lobulados en ambos márgenes casi hasta la mitad. Artejos rombo-orbitulares, de 2,5-3 mm. de largo y puberulentos (Bermúdez: 4).

Es otra de las plantas más ampliamente distribuídas en el Valle del Cauca. Se encuentra con frecuencia en los rastrojos a orillas de los caminos. Es apetecida por el ganado. Entre nosotros es de porvenir forrajero. En Estados Unidos se ha demostrado que es de gran valor por este aspecto, especialmente en la zona costanera de North Carolina y Texas, en donde se le denomina “Florida Beggaweed”. También es usada como abono verde y parece que nunca ha sido atacada por los nemátodos (Piper: 20). En México se le conoce con el nombre de “Hierba de los Mendigos” (Burkart: 6). Según Morrison (18), se usa como forraje verde o heno en las regiones subtropicales y su heno es muy apetecido, pero el mayor valor de la cosecha se obtiene cuando se hace pastar por el ganado. Además, según Mc. Kee y colaboradores (16), es cultivada en los Estados Unidos en forma comercial. Hosaka y Ripperton (12) dicen que, cuando esta planta se corta o se somete a pastoreo, produce muchos retoños, en un tiempo relativamente corto

"Amor seco" (Fig. Nº 8).

Nombre científico: *Desmodium cajanifolium*
(HBK.) DC.

Planta de 1,20-3,00 mts. de altura, de tallo erguido, algo pubescente. Hojas trofolioladas con estípulas caducas; folíolos oblongo-lanceolados, acuminados, de 2,5-3 cms. de largo, algo coriáceo y pubescentes en el envés. Flores en racimos terminales compuestos y poblados, de color azul-violáceo, con pedúnculos de 5 mm. y provistos de brácteas caducas; cáliz persistente; corola amari-
posada, de prefloración vexilar; 10 estambres monadel-
fos. Lomento de 1-2,5 cms. frecuentemente lobulado en el margen inferior y algo en el superior, siendo a veces, casi liso; artejos de 4 mm. en número de 2 a 6, trian-
gulares o, a veces algo circulares (Bermúdez: 5).

Planta poco común en nuestro Departamento. Sólo se encuentra en las laderas de nuestras montañas, donde es abundante y prolífica. Por su porte y abundancia de follaje, puede tener uso como planta de corte. También, se la puede sembrar en mezcla con pastos altos, como guinea, puntero, etc. Produce abundante semilla y, por ésto, puede propagarse con facilidad y distribuirse con profusión en nuestro Departamento.



Fig. 7—*Desmodium tortuosum* (Sw.) DC.

y, aunque no tiene una vida larga, persiste muchos años bajo condiciones favorables de crecimiento y manejo.

Produce abundante semilla y posee gran cantidad de follaje. Es resistente a la sequía y poco exigente en suelos.



Fig. 8—*Desmodium cajanifolium* (HBK.) DC.



Fig. 9—*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.

Nombre científico: *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Swarts. (Fig. N° 9).

Hierba pequeña, erecta o ascendente, perenne, de tallo entre 15 y 60 cms. de alto, pubescente. Hojas trifolioladas, con folíolos lanceolado-lineares, acuminados y con estípulas largas. Flores pequeñas, amarillas en cabezuelas densas, terminales y bracteadas. Frutos encerrados en el cáliz y con una sola semilla (Bermúdez: 4).

Ampliamente distribuída en todos los potreros y llanos de pasto común del Departamento. Se encuentra en la parte plana y ardiente, lo mismo que en las regiones templadas. Como forrajera está demostrada su utilidad. En el Brasil se usa para tal fin, conociéndose con el nombre de "Trifolio" (Ramos de Otero: 21). Es muy prolífica y se propaga con facilidad y espontáneamente. Tanto el ganado vacuno como el caballo la apetece. Por ésto parece tener alto valor nutritivo. Resiste la sequía y desarrolla raíces profundas. En Hawaii también se la denomina "Trifolio" y su valor alimenticio se considera alto; en ensayos de palatabilidad, se observó que es consumida inmediatamente por el ganado (Hosaka y Ripperton: 12).

Los mismos autores (12) dicen: "En ensayos de pastoreo hechos en Australia, se observó que en estado tierno (crecimiento temprano) es poco palatable al ganado vacuno e informes del Brasil indican que, una vez establecida, es capaz de extenderse y propagarse aún en condiciones de fuerte competencia".

Trifolium repens L. (Fig. N° 10).

Planta herbácea, de tallos lampiños echados en la base. Hojas trifolioladas y pecioladas; folíolos aovados o transaovados y denticulados. Flores en inflorescencia redondeada en umbelas multiformes, con apariencia de cabezuelas; pedúnculo floral de 2 mm. de largo; cáliz lampiño, sin hincharse después de la floración. Pétalos blancos que al secarse se tornan parduzcos o rojizos. Estandarte caduco. Legumbre incluída en el cáliz y frecuentemente presenta 4 o más semillas de alto poder germinativo (Bermúdez: 5).

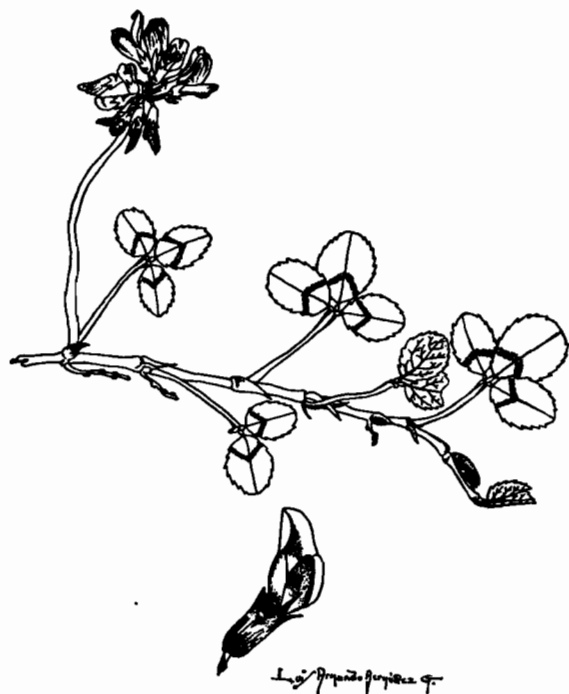


Fig. 10 — *Trifolium repens* L.

Sólo se encuentra en las regiones de clima templado y frío, donde es abundante y prolífica. Crece con vigor y fertilidad. Como forrajera es de indiscutible valor. En los países europeos, Estados Unidos, Brasil, Argentina y muchos otros (Burkart: 6 y de Alba: 10) se siembra en grandes extensiones para la alimentación de sus ganados especialmente lecheros.

Esta planta, según informes obtenidos verbalmente, fue introducida a Colombia por Antonio Nariño. En la actualidad, está tan aclimatada, extendida y adaptada en nuestro medio que se pueda considerar como una planta sub-espontánea de Colombia (Bermúdez: 5).

Se adapta bien al pastoreo en combinación con pastos bajos, como el común. También puede ser usada para corte, sembrándola en lugares de poca inclinación, pero que no sean húmedos. Se propaga con facilidad por semilla. Es planta de alto valor nutritivo, especialmente en sustancias nitrogenadas (proteínas), tan necesarias para el ganado lechero.

Según Burkart: (6), en Argentina se denomina "Trébol rastrero" y "Trébol amargo". Según Wiesner, citado por el mismo Burkart (6), esta planta, como algunas especies útiles de *Phaseolus* (*Ph. vulgaris* y *Ph. lunatus*), puede formar ácido cianhídrico, por la presencia de glucósidos y, por consiguiente, ser perjudiciales al ganado.

Hosaka y Ripperton (12) dicen que es la planta forrajera más importante en las regiones húmedas y templadas del mundo; que se extiende rápidamente en suelos ricos y que produce abundante forraje durante casi todo el año en las zonas húmedas y se extiende rápidamente en suelos ricos y, una vez establecida, es muy persistente y compite con pastos cespitosos, como también con las gramíneas de matorral (que crecen en matas aisladas). Su sistema radicular profundiza más que la mayoría de ellas. Esto capacita a esta planta para resistir relativamente durante los períodos secos.

En Estados Unidos, se conoce con el nombre de "White Clover" o "White Dutch Clover" y según Mc. Kee y colaboradores (16) es una planta omnipresente en todos los estados, cuando hay buena cantidad de humedad y minerales en los suelos. Es una de las plantas forrajeras más importantes y es cultivada extensivamente en los terrenos de pastoreo.

En Colombia (1), en las regiones donde se cultiva y especialmente en la Sabana de Bogotá, se desarrolla bien durante el período de crecimiento. Florece con abundancia (aún donde se presenta en forma espontánea). No es muy resistente a la sequía, ni es muy persistente. Para establecerla en los potreros, ya sea sola o en mezcla con gramíneas, el terreno donde se va a sembrar no necesita de inoculación previa nitroactivo.

Se aconseja sembrarla en la Sabana de Bogotá mezclada con los siguientes pastos: Rye-Grass Italiano (anual), Festuca media y Kikuyo. Para ello se debe utilizar una cantidad de semilla que oscila entre 3 y 8 kilogramos por hectárea, según el tipo de gramínea que vaya a utilizarse para la mezcla (1).

Nombre científico: *Trifolium filiforme* L. (Fig. N° 11).

Planta herbácea, de tallo postrado, reptante y lampiño. Hojas trifolioladas, con pecíolo corto de 4-5 mm., de estípulas soldadas entre sí hasta la mitad y adheridas

al pecíolo, de 5-6 mm. de largo; folíolos aovados, de 6-8 mm., ligeramente dentados desde el ápice hasta la mitad del limbo. Inflorescencias axilares, redondeadas, en racimos colocados en el extremo de un pedúnculo de 1-2,5 cms.; pedúnculo floral corto, de 0,5-1 mm. de largo; corola amariposada, amarilla que al secarse se torna parduzca. Legumbre aovada, de 2 mms. incluida en el cáliz y cubierta por las alas y la quilla, generalmente encierra una sola semilla (Bermúdez: 5).

Es planta escasamente distribuída en el Departamento. Sólo se la observa en las zonas templadas y frías y en regiones algo húmedas. Por lo general, se forma en manchas pequeñas a orillas de los arroyos y quebradas. Como la anterior, es de origen europeo, pero difundida bastante en nuestro medio tropical.

Pertenece a un género cuyas especies, en la mayoría de los casos, son buenas forrajeras. Por esto es posible que pueda utilizarse para este fin en las regiones donde crece como nativa y espontánea. Parece ser prolífica y de vigor.

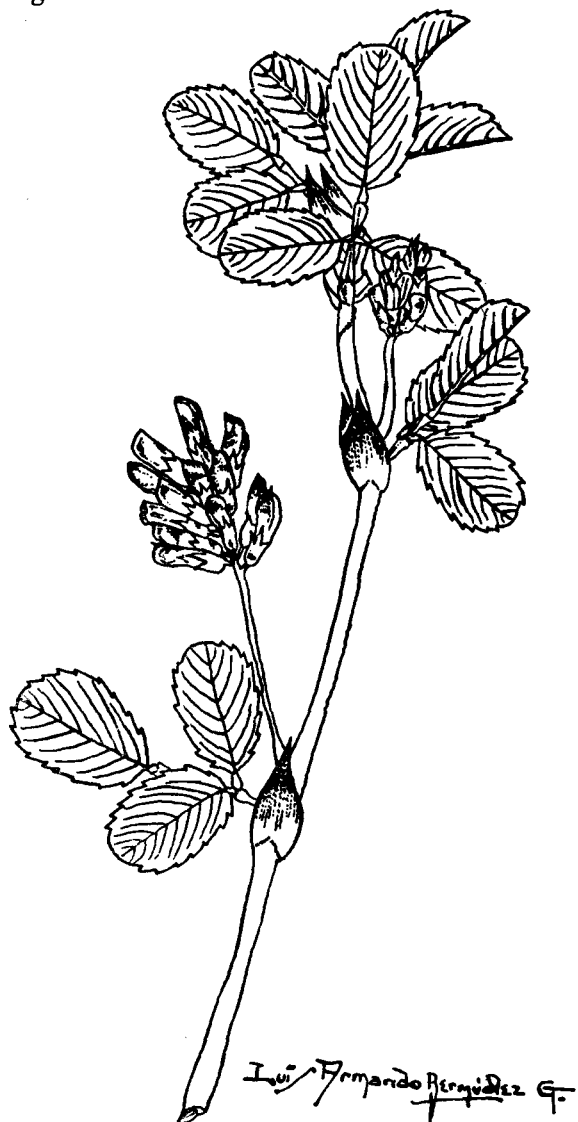


Fig. 11 — *Trifolium filiforme* L.

“Amor seco” o “Pega-pega” (Fig. N° 12).

Nombre científico: *Desmodium scorpiurus* (Sw.) Desv.

Sinonimias: *Hedysarum scorpiurus* Sw.
Meibomia scorpiurus Kunze.

Planta de tallo alargado, postrado o procumbente, escasamente pubescente, con pelos cortos encorvados. Hojas trofolioladas; folíolos de 1-3 mm., obtusos, glabrescentes en la luz y piloso-peinados en el envés. Flores en racimos delgados, amariposadas, violáceo-claras. Lomento delgado de 1-1,5 mm. de ancho, igual o superficialmente lobulado en ambos márgenes, con 6-8 artejos oblongo-lineares, de 4-5 mm., pubescentes y con pelos cortos encorvados (Bermúdez: 4).

Está intensamente distribuída en el Valle del Cauca. Se encuentra con profusión en los potreros de pasto común del Departamento. Es una planta vigorosa y buscada por el ganado. Resistente al pisoteo y al diente del animal. Generalmente se encuentra en manchas mezclada con otras leguminosas que habitan en los mismos potreros.

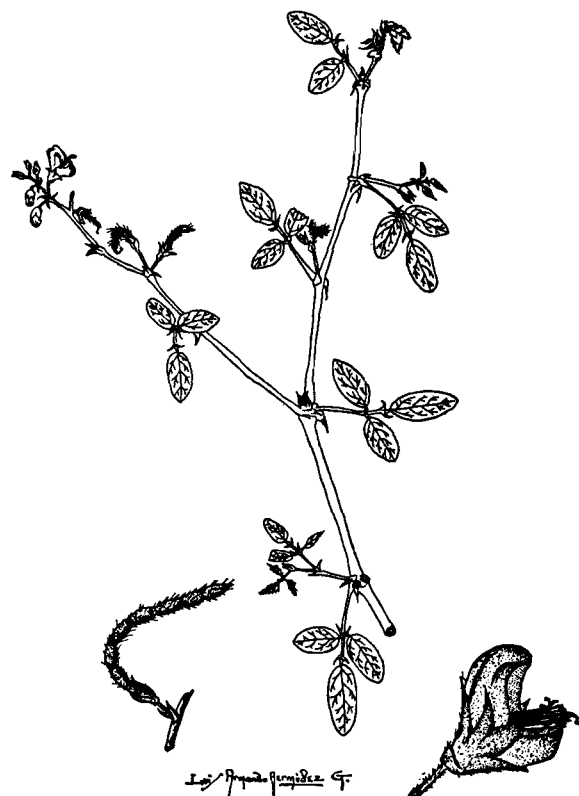


Fig. 12 — *Desmodium scorpiurus* (Sw.) Desv.

Su valor alimenticio puede estimarse por su composición química que damos en seguida en términos de humedad y materia seca:

| | Humedad | Materia seca |
|-------------------------|---------|--------------|
| Agua | 75,40 | —0— |
| Proteínas | 4,15 | 16,50 |
| Grasas | 1,20 | 4,96 |
| Fibra | 6,03 | 23,90 |
| Carbohidratos | 10,40 | 42,80 |
| Cenizas | 3,00 | 11,90 |

(Este análisis fue realizado por el autor (Bermúdez: 4) en el Laboratorio de la Facultad de Agronomía del Valle).

“Cargadita” (Fig. N° 13).

Nombre científico: *Zornia diphylla* (L.) Pers.

Sinonimias: *Hedysarum diphyllum* L.
Zornia pubescens HBK.

Hierba perenne, con ramas postradas o ascendentes y delgadas. Hojas compuestas por un par de folíolos

oblongo-agudos, glabros o pubescentes y provistos de estípulas semi-sagitadas. Flores amarillas, axilares, solitarias, sésiles y papilionadas, con brácteas foliáceas, oblongas, semi-sagitadas, ciliadas y persistentes; vainas o legumbres lineares, articuladas, provistas de pelos gruesos y formadas por 4-5 artejos más o menos circulares (Bermúdez: 4).



Fig. 13 — *Zornia diphylla* (L.) Pers.

Esta planta también se encuentra muy esparcida en el Valle del Cauca. Crece principalmente en los potreros de pasto común. En varios países se la estima como forrajera (Burkart: 6). En nuestro Departamento es posible que se le utilice para tal fin. Es apetecida por el ganado. Crece con vigor y proliferación en diversidad de suelos. Resiste el pisoteo de los animales, como también la sequía y a la humedad. Se observa en terrenos inundadizos, sin que, por esto, pierda su vigor.

Esta especie, lo mismo que *Zornia latifolia* DC. y *Z. gracilis* DC., según Burkart (6), pueden considerarse como buenas forrajeras naturales, aunque son de escaso rendimiento. El mismo autor (6) afirma que tienen una amplia difusión en el mundo.

Es usada como diurético con muy buenos resultados (Pérez Arbeláez: 19).

Nombre científico: *Stylosanthes hamata* (L.) Tauberts. (Fig. N° 14).

Sinonimias: *Hedysarum hamatum* L.
Stylosanthes procumbens Sw.

Planta algo pubescente, con ramas extendidas o ascendentes, de 5-50 cms. de altura; hojas trifolioladas, con

folíolos oblongo-elípticos o escasamente oblongos, más largos que los pecíolos, casi glabros, agudos en ambos extremos y con ápice obtuso, con nervaduras frecuentemente pinnadas y mucronadas. Estípulas adnatas en el pecíolo, con ápices libres y flores de casi 6 mm. de an-



Fig. 14 — *Stylosanthes hamata* (L.) Taub.

cho en espigas cortas y bracteadas. Lomento generalmente formado por 2 artejos, con estilo persistente, encorvado en la base y pubescente (Bermúdez: 5).

Está poco distribuída en el Valle del Cauca. Pero en los lugares donde se encuentra es abundante. Se adapta al pastoreo en los lugares secos, resistiendo el pisoteo. Solo crece en la parte plana del Valle, o sea en regiones cálidas y secas. Es perenne y tiene abundante follaje. Creemos que no se debe dejarse envejecer para darla al ganado, debido al endurecimiento de sus tallos y ramas. Se usa en el Brasil como forrajera, con buenos resultados (Ramos de Otero: 21 y Avila de Araújo: 3).

Nombre científico: *Aeschynomene americana* L. (Fig. N° 15).

Sinonimias: *Aeschynomene glandulosa* Poir.
Aeschynomene pilosa Poir.

Hierba a menudo sub-frutescente, alcanza hasta 3 mts. de altura, pero su tamaño común es entre 30 y 60 cms., con tallos glabros, vellosos e hispídos. Hojas compuestas, paripinnadas, con folíolos lineares, oblicuos, que poseen de 4 a 6 nervaduras y provistas de estípulas semi-sagitadas, colocadas debajo del punto de inserción de las hojas. Flores en racimos axilares escasos, con cáliz persistente y corola amariposada. Fruto lomentáceo, con borde superior casi recto y el inferior profundamente lobulado, formado por 4-6 artejos, más o menos circulares y provistos de abundantes pelos enroscados (Bermúdez: 4).

Se encuentra ampliamente distribuída en las regiones planas del Valle del Cauca. Crece en la mayoría de los

potreros de pasto común y a orillas de los caminos y cerca de las corrientes de agua. Resiste bastante la humedad.

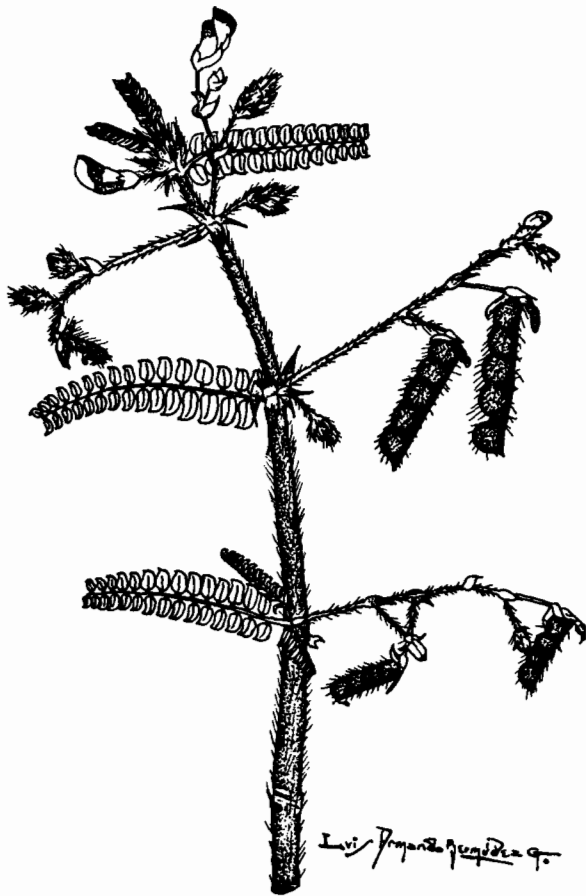


Fig. 15 — *Aeschynomene americana* L.

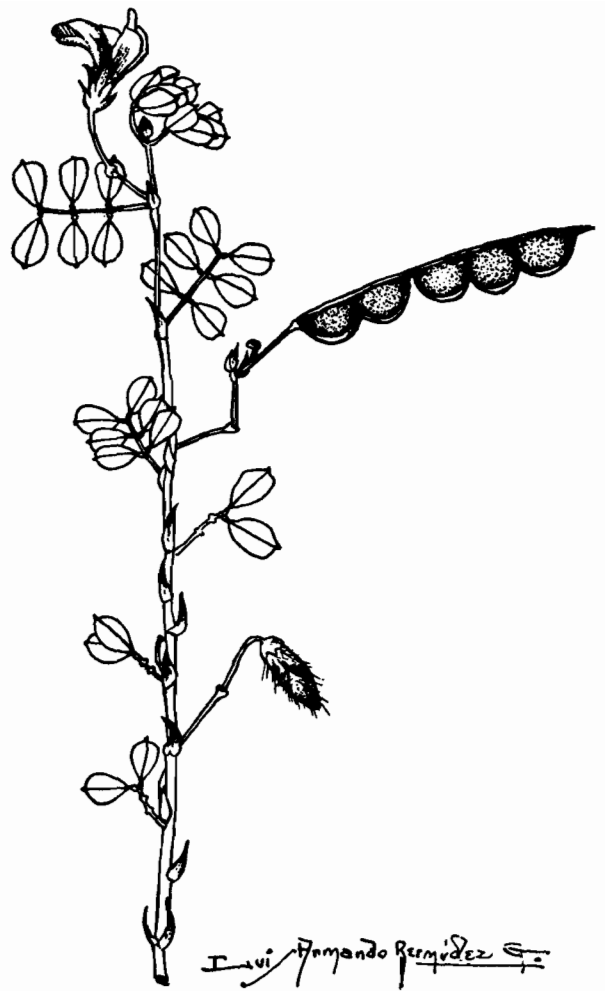


Fig. 16 — *Aeschynomene portoricensis* Urban.

Nombre científico: *Aeschynomene portoricensis* Urban. (Fig. N° 16).

Planta de 20-25 cms. de altura, con ramas delgadas y difusas, salidas de una raíz leñosa. Hojas compuestas, paripinnadas, con 2 a 3 pares de folíolos entre oblongos y aovados u oblongo-aovados, de cerca de 3 mm. de ancho, piloso-peinados en ambas caras y con pecíolos filiformes; flores amarillas, solitarias, axilares y con pedúnculo largo y filiforme. Fruto formado por 2-3 artejos semi-ovales, de casi 3 mm., pubescentes y con pelos rectos pinnados (Bermúdez: 4).

Generalmente crece en las regiones planas del Departamento y en las laderas de las montañas. Está profusamente distribuída en los potreros de pasto común. En ellos forma manchas pequeñas y abundantes. Parece tener afinidad con la humedad y resistir el pisoteo de los animales.

“Frijolito” (Fig. N° 17).

Nombre científico: *Centrosema pubescens* Benth.

Sinonimia: *Bradburya pubescens* (Benth.) Kunz. (Vélez et Van Overbeck: 25).

Enredadera herbácea, con hojas trifolioladas, de folíolos aovados, oblongos o elípticos, de 4-10 cms. de largo y 2-6 cms. de ancho, agudos, acuminados o sub-obtusos, membranosos y, por lo general suavemente pubescentes, en el envés. Bracteolas sub-iguales hacia el cáliz y pubescentes. Lóbulos del cáliz vexilar sub-iguales, formando un tubo adnato casi hasta la mitad. Flores violáceas o

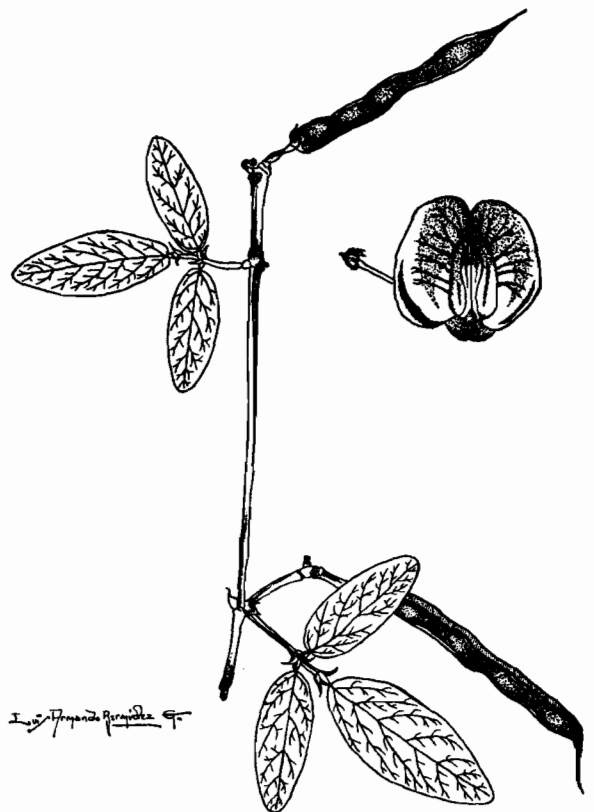


Fig. 17 — *Centrosema pubescens* Benth.

blanco-violáceas, con estambres de 2,5-3 cms. de largo, a veces blanco-amarillentos, axilares, con pedúnculo largo y cáliz persistente. Lóbulos de la quilla desiguales y seríceos por fuera, lo mismo que el estandarte. Vainas o legumbres de 8-15 cms. de largo y 5-7 mm. de ancho, con estilo persistente (Bermúdez: 24).

Es una planta muy abundante en el Departamento. Se la encuentra en los rastrojos a orillas de los caminos. Crece mezclada con el pasto pará y, a veces, junto con el pasto guinea. En muchos casos, forma barreras bastante tupidas. Es muy prolífica y, como forrajera, es de gran porvenir. En Hawaii (Hosaka y Ripperton: 12) y algunos países tropicales se la usa en la alimentación del ganado de leche, de levante y engorde. Es bastante apetecida por los animales por su valor nutritivo.

Es especie que se usa en Asia Tropical como cultivo intercalar, de abono verde y cobertura, en plantaciones de coco y otros árboles. En esta forma proporciona grandes beneficios indirectos, por el aumento en la cosecha que ellos producen (Burkart: 6).

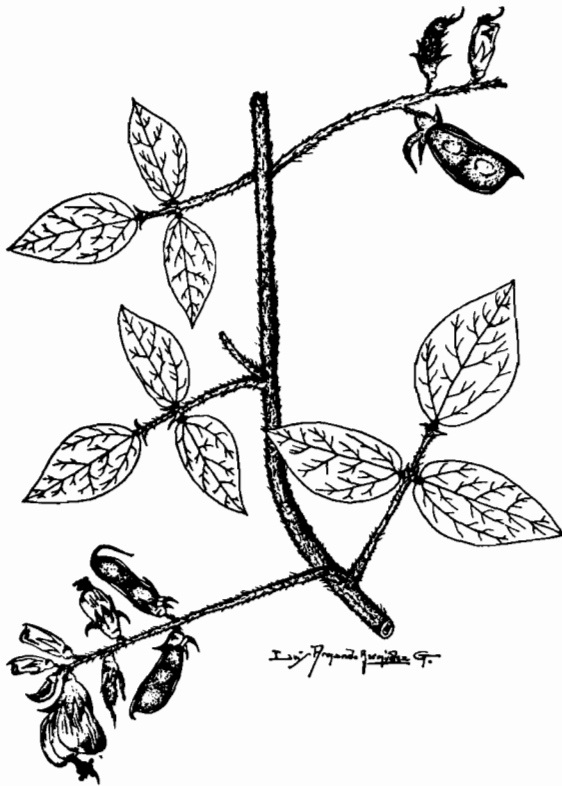


Fig. 18 — *Rhynchosia Pittieri* Standl.

Nombre científico: *Rhynchosia Pittieri* Standl.
(Fig. N° 19).

Sinonimias: *Rhynchosia Antioquiensis* Cortés.
Dolicholus Pittieri Standl.
Rhynchosia caliensis Herms.

Planta de tallo fuerte, trepador, visco-tometoso. Hojas trifolioladas, con folíolos entre oblongos y aovados de 4-6 cms. de ancho, acuminados o abruptamente agudos, subcoriáceos, glandulares, escasamente pubescentes en la haz y tomentosos en el envés; folíolos laterales oblicuos. Cáliz con sépalos unidos, formando un tubo de 3 cms. y el lóbulo inferior de cerca de 1 cm. mucho más largo que los restantes; corola amariposada con estandarte de 1,5 cms. Vaina o legumbre entre oblonga-lanceolada, de 3-4 cms. de largo y casi 1 cm. de ancho, visto-hirsuta (Bermúdez: 4).

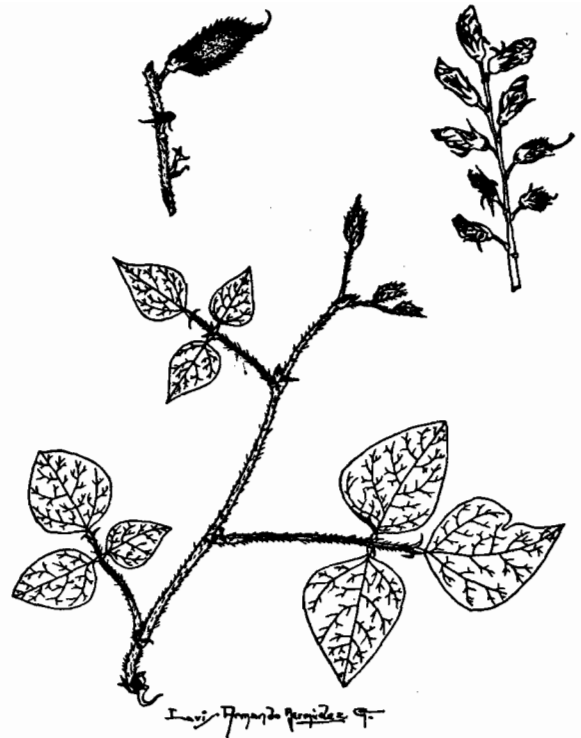


Fig. 19 — *Rhynchosia minima* (L.) DC.

Se encuentra formando barreras tupidas en todo el Departamento. Crece en las regiones comprendidas entre los 1.000 y 1.500 mts. de altura. A menudo se la observa en los potreros de pará. Por su vigor y abundancia de su follaje, puede tener interés como forrajera. Es apetecida por el ganado. Posee un olor y viscosidad ca-

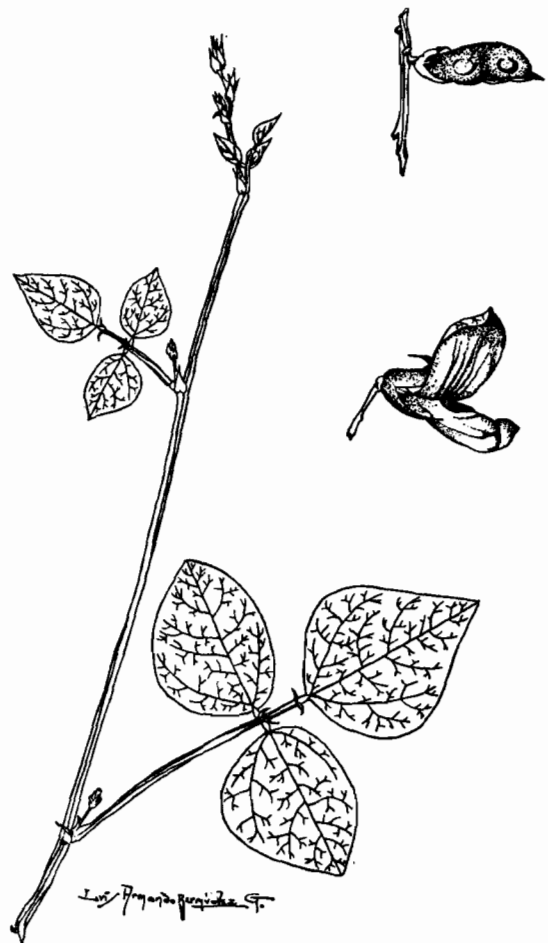


Fig. 20 — *Rhynchosia minima* (L.) DC.

racterísticas. Esto hace que sea difícil confundirla con cualquier otra planta parecida.

“Frijolito” (Figs. Nos. 19 y 20).

Nombre científico: *Rhynchosia minima* (L.) DC.

Enredadera de tallo cilíndrico, viscoso y con vellosidades. Hojas trifolioladas, viscosas y con vellosidades muy finas, tanto en la haz como en el envés, y con estípulas caducas; folíolo terminal de 4-6 cms., rombo-lanceolado, con ápice fuertemente acuminado, lo mismo que los laterales que tienen 2,5-4 cms. de largo; estipulillas persistentes. Flores amariposadas en racimos axilares, amarillas, con prefloración vexilar, bracteadas y con pedúnculos de 2-9 mm. y vellosos. Ovario alargado, estilo corto y estigma prominente. Legumbre de 15-25 mm., elíptica de bordes lisos, con pelos finos y ralos, de sección alargada y encerrando 2 ó 3 semillas.

Es una planta abundante en las regiones calientes del Departamento. Por lo general, se la halla vistiendo las cercas de los potreros y en mezcla con el pará. Tiene abundante follaje y es muy prolífica y vigorosa. Según Burkart (6), las especies indígenas del género *Rhynchosia* provocan intoxicaciones al ganado. Cita a Hoehne (1939, pág. 140), quien dice: “Estas especies son tóxicas al ganado”.

Nombre científico: *Galactia colombiana* Killip
(Figs. Nos. 21 y 23).

Enredadera de tallo cilíndrico, vellosos; hojas trifolioladas con estípulas caducas y folíolos aovado-elípticos, de 3-5 cms., con vellosidades en el envés y estipulillas persistentes. Flores amariposadas, violáceas, de pefloración vexilar, con pedúnculo de 3 mm.; cáliz lobulado, persistente y provisto de vellosidades; 10 estambres dia-delfos; ovario alargado, vellosos, casi cilíndrico en su sección, estilo corto y estigma prominente. Legumbre alargada de bordes lisos y con 5-6 semillas.

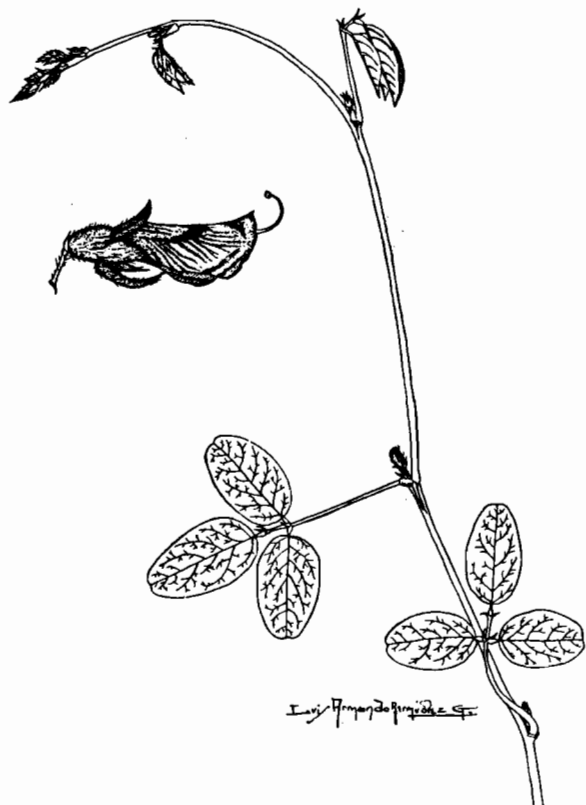


Fig. 21 — *Galactia colombiana* Killip.

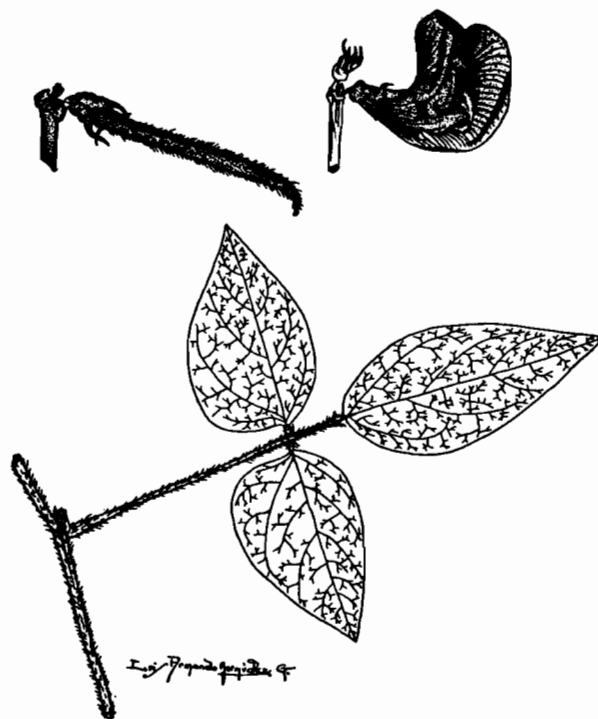


Fig. 22 — *Vigna vexillata* (L.) Rich.

Esta planta se encuentra en cierta abundancia en algunos potreros de las regiones calientes del Departamento, aunque es poco común. Posee abundante follaje. Vive mezclada con el pará y, a veces, con el puntero. Cubre grandes extensiones de las cercas de los potreros de dichos pastos.

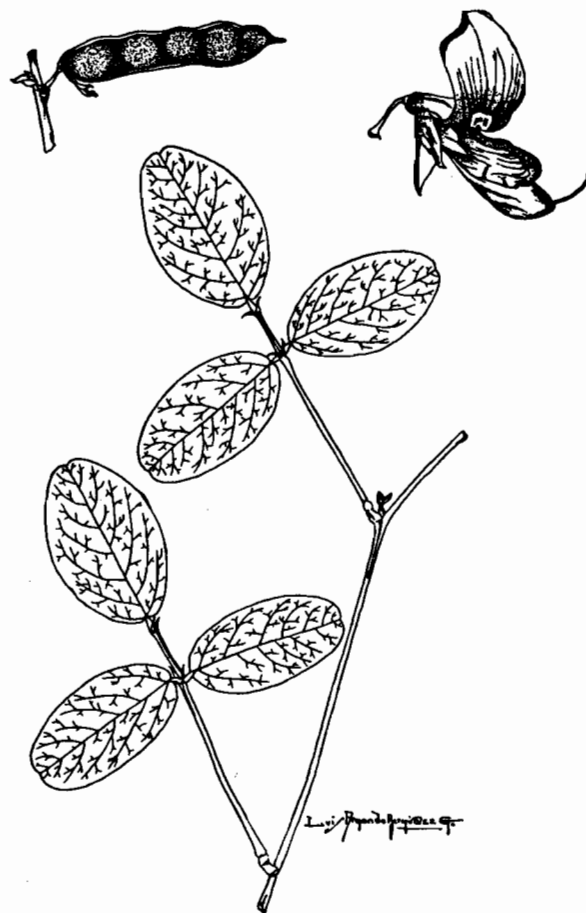


Fig. 23 — *Galactia colombiana* Killip.

Según Burkart (6), las plantas de este género tienen posibilidades forrajeras, cuando dice: "Las Galactias prestan utilidad poca y no se cultivan. Probablemente son forrajeras; pero aún así de escaso rendimiento; mas se sospecha que algunas sean tóxicas para el ganado, cuando llegan a su madurez".

Nombre científico: *Vigna vexillata* (L.) Rich.
(Fig. N° 22).

Enredadera de tallo fuerte, cilíndrico y provisto de pelos hirsutos. Hojas trifolioladas, con estipulas caducas y folíolos aovado-lanceolado, con ápice acuminado y pelos fuertes en ambas caras, lo mismo que en el pecíolo y en el ráquis; estipulillas persistentes. Flores amariposadas, violáceo-claras y casi blancas, de 3 cms. de largo; cáliz lobulado y persistente; corola de prefloración vexilar que antes de abrirse tiene un color intensamente amarillo, convirtiéndose en violáceo cuando se abre; 10 estambres diadelfos que permanecen encerrados en la quilla; ovario alargado, veloso, de sección elipsoidal, de 1,5-2 cms., con estilo provisto de pelos finos, especialmente en el tercio superior y estigma prominente, globoso; legumbres de 10 cms. con muchas semillas y cubiertas de pelos hirsutos, especialmente en los bordes, los cuales son rectos o casi rectos.

Es una planta escasamente distribuída en el Valle del Cauca. Sólo se la encuentra en las regiones templadas, principalmente en las laderas de las montañas de la zona

central del Departamento. Es fuerte y vigorosa y algo apetecida por el ganado.

Nombre científico: *Phaseolus atropurpureus* DC.
(Fig. N° 24).

Enredadera de ramaje y follaje muy abundante y tallo glauco. Hojas trifolioladas, estipuladas, con folíolos glaucos en el envés y cubiertos de vellosidades muy cortas y finas, más en el envés que en la haz, dándole cierta suavidad al tacto; folíolo central rombo-elíptico y de 5-6 cms., algo acuminado, lo mismo que los laterales que son aovado-elípticos y de 4-6 cms. y con estipulillas persistentes. Flores en racimos axilares ralos, de 2,5 cms. de largo, con brácteas caducas y pedúnculos de 1-2 mm. de longitud. Cáliz lobulado y persistente; corola violado-intenso, casi purpúrea, amariposada y de prefloración vexilar; 10 estambres diadelfos, completamente cubiertos y encerrados en la quilla; ovario alargado, estilo corto y estigma pequeño y globoso. Legumbres de 2-12 cms., de sección elíptica, con 10 o más semillas y cubiertas de vellosidades finas y suaves.

Esta planta está muy distribuída en toda la región caliente y plana del Departamento. Crece no sólo en los potreros sino también a orillas de los caminos. Por la abundancia de su follaje, su vigor y sus características de resistencia, y adaptabilidad, posiblemente tiene provenir como forrajera. Esto se puede confirmar con lo que dice Burkart (6), cuando manifiesta: "Las especies del género *Phaseolus* se cultivan desde antiguo, como plantas de grano, forrajeras o enredaderas decorativas".

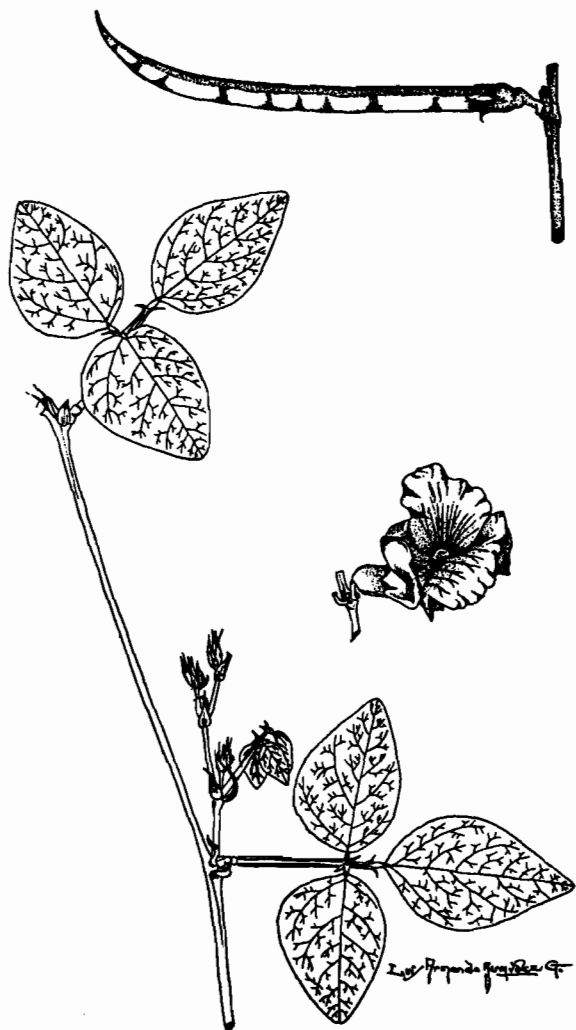


Fig. 24 — *Phaseolus atropurpureus* DC.

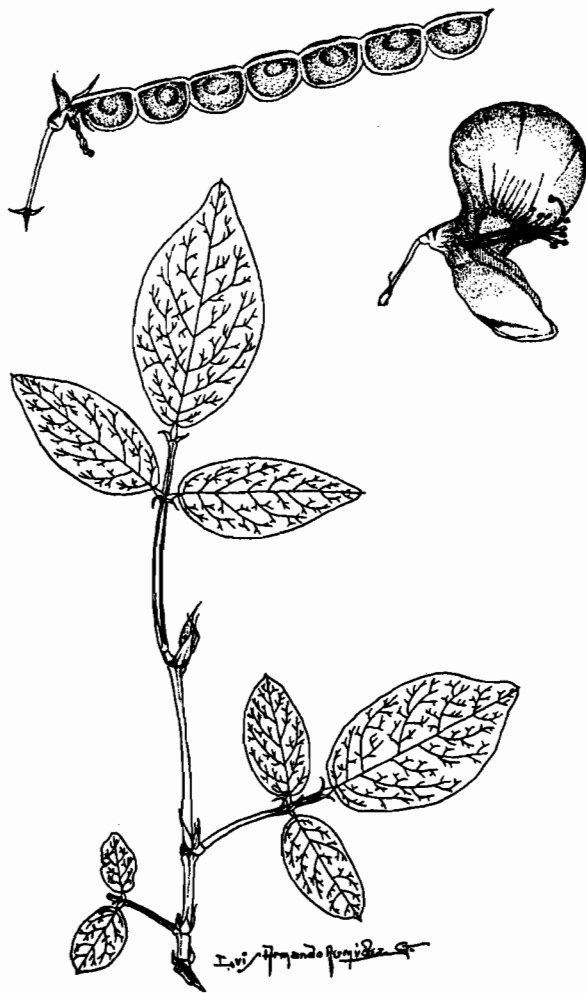


Fig. 25 — *Desmodium canum* (Gmell.) Schinz. et Tell.

Nombre científico: *Indigofera mucronata* Spreng.
(Fig. N° 26).

Sinonimias: *Galega frutescens* Mill.
Indigofera subulata Vahl.

Hierba frutescente, de 80-100 cms. de altura, con ramas separadas. Hojas compuestas, imparipinnadas, con folíolos generalmente en número de 5, ovales y oblongo-ovales, de 5-10 mm. de ancho, obtusos en el ápice, delgados y piloso-peinados en ambas caras. Flores en racimos axilares ralos, entre rosadas y rojizas. Legumbres rectas o ligeramente curvas, de 2-4 cms. de largo con abundantes semillas (Bermúdez: 4).



Fig. 26 — *Indigofera mucronata* Spreng.

Es una planta abundantísima en el Valle del Cauca. Se encuentra muy frecuentemente en los pastos de corte o de porte alto, como guinea, puntero, etc. También es muy común encontrarla a orillas de los caminos. Produce abundante semilla y es muy vigorosa.

Según Burkart (6), esta especie produce "añil", pero de inferior calidad a el del *Indigofera tinctoria*.

Nombre científico: *Indigofera suffruticosa* Mill.
(Fig. N° 27).

Sinonimias: *Indigofera añil* L.

Hierba o arbusto tosco que alcanza hasta 2,50 mts. de altura, pero generalmente no pasa de 1,20 mts. Hojas compuestas, imparipinnadas, con 9-17 pares de folíolos oblongo-aovados, mucronados y pubescente-peinados. Flores en racimos axilares, de 3-5 cms., rosadas, amarillas o rojizas. Legumbres de casi 1 cm., falcadas, pubescente-peinadas, cuando jóvenes, surcadas en sus suturas y casi cilíndricas (Bermúdez: 4).

También es una planta muy distribuída en el Departamento. Crece no sólo en las regiones planas, sino también en las laderas de las montañas. Se observa especialmente en zonas algo húmedas y suelos porosos.

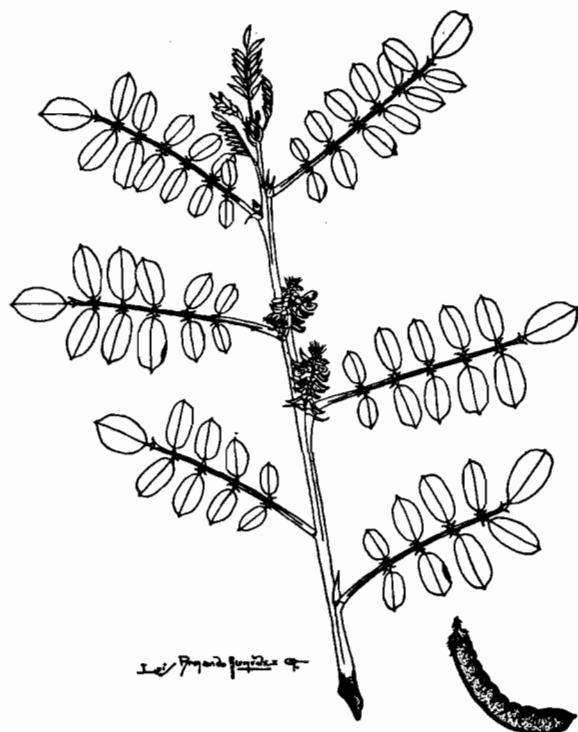


Fig. 27 — *Indigofera suffruticosa* Mill.

Estas dos especies del género *Indigofera* tienen poco interés como forrajeras. Se ha observado que el ganado tiene poca predilección por ellas. A pesar de esto, Hosaka y Ripperton (12) dicen, al hablar de la *I. suffruticosa*, lo siguiente: "A menudo es bien comida por el ganado vacuno y caballar y suministra variación en la alimentación, pero a veces se presenta en tal abundancia que se convierte en maleza".

En nuestro medio ambas plantas se consideran como malezas y, por tal motivo, se las saca de los potreros.

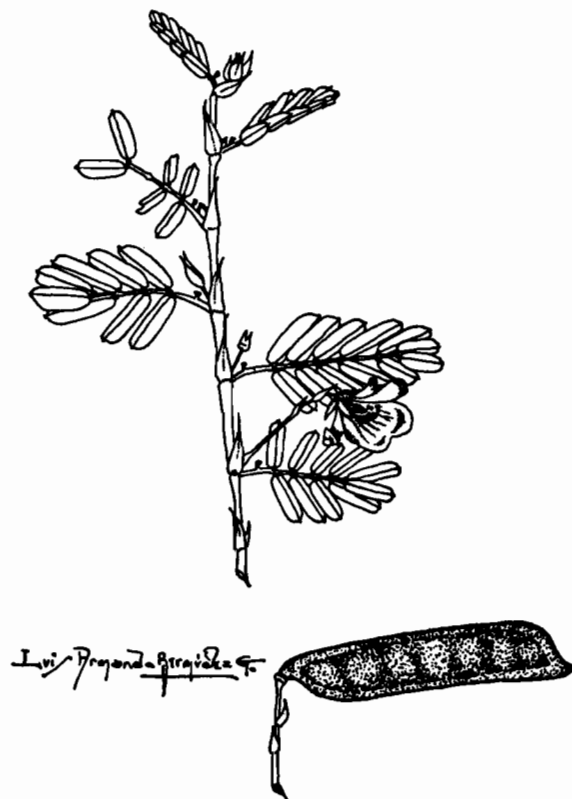


Fig. 28 — *Chamaecrista serpens* (L.) Greene.

Nombre científico: *Chamaecrista serpens* (L.)
Greene (Fig. N° 28).

Sinonimia: *Cassia serpens* L.

Planta o hierba raramente pilosa, que alcanza una altura hasta 20 cms.; hojas compuestas, paripinnadas, con 5-7 pares de folíolos lineares, membranosos que poseen glándula peciolar estipulada, rara vez deficiente, con estípulas lanceolado-elípticas. Flores amarillas con pedúnculo delgado y largo, solitarias y axilares. Legumbres acuminado-reticulosas (Bermúdez: 4).

Esta planta es algo abundante, principalmente en las laderas. Forma manchas en los potreros de pasto común. Prefiere regiones secas y es resistente al pisoteo. Posee dos variedades muy bien definidas que son: *glabra* y *pubescente*.

Nombre científico: *Chamaecrista patelaria* (DC.)
Greene (Fig. N° 29).

Sinonimia: *Cassia patelaria* DC.

Planta herbácea, perenne, algo leñosa en la parte inferior, con tallo simple o poco ramificado, densamente pubescente o hirsuto y de 30-60 cms. de altura. Hojas compuestas, paripinnadas con 10-15 pares de folíolos lineares, pubescentes en ambas caras o glabrosos en la haz, articulados de 8-15 mm. de largo y 1-3 mm. de ancho, con ráquis hirsuto y veloso y glándula peciolar orbicular, de casi 1 mm. de extensión y sésil, provistas de estípulas lanceoladas, acuminadas, ciliadas y de 8-12 mm. de largo; 1-4 pedúnculos juntos y provistos de bracteolas. Cáliz persistente, con sépalos lanceolados, hirsutos y de 5-6 mm. Corola con pétalos desiguales, casi tan largos como los pétalos. Legumbre linear, de 2,5-3,5 cms. de ancho, vellosas y con 6 a 10 semillas (Bermúdez: 4).

Se presenta con alguna frecuencia y abundancia en las praderas de la parte plana del Valle del Cauca. Crece especialmente a orillas de los ríos y quebradas.

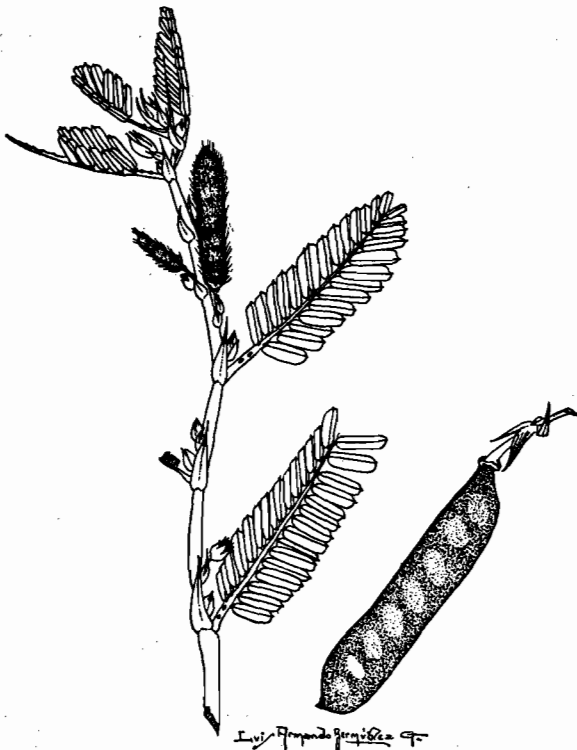


Fig. 29 — *Chamaecrista patelaria* (DC.) Greene.

“Amor seco” o “empanaditas” (Fig. N° 30).

Nombre científico: *Desmodium triflorum* (L.) DC.

Hierba pequeña, de 10-15 cms. de altura, de tallos rastrojos, cubiertos de vellosidades; hojas trifolioladas, con estípulas más o menos lanceoladas y pecíolo de 4 mm. cubierto de finas vellosidades, lo mismo que el ráquis, folíolos aovados, con ápice casi recto y base algo acuminada y estípulas muy pequeñas, de 2-8 mm. de largo. Flores amariposadas (papilionadas), de 5 mm., violado-intenso en su parte interna y algo blancuzcas en la externa y con pedúnculo corto, de casi 2 mm. de largo; brácteas lanceolado-elípticas; cáliz lobulado, persistente y cubierto de finas vellosidades; 10 estambres diadelfos, con filamentos de 3 mm. y anteras pequeñas. Lomento formado por 2-5 artejos, algo falcado, con borde superior recto o casi recto y el inferior fuertemente lobulado. Artejos lenticulares, algo redondeados, de 3 mm. que toman un color amarillo al madurar.

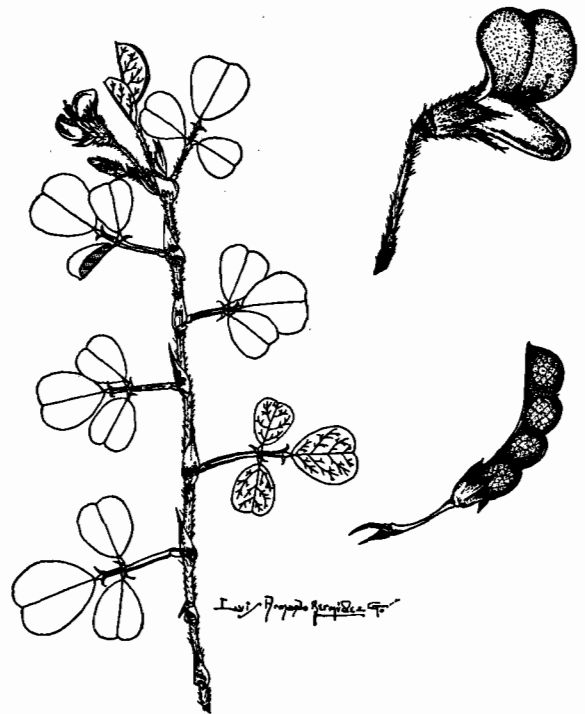


Fig. 30 — *Desmodium triflorum* (L.) DC.

Esta planta se presenta en abundancia en las regiones donde crece. Está poco esparcida en el Valle del Cauca. Sólo se ha observado en las regiones planas del Departamento. Forma abundantes manchas de buen tamaño en los potreros de pasto común. Generalmente crece acompañada de *Desmodium barbatum* y *D. adscendens* en lugares algo húmedos. Es vigorosa.

En Hawaii (Hosaka y Ripperton: 12) se la estima como forrajera de gran valor. Forma una buena mezcla en asociación con pastos bajos, como Bermuda (Argentina en el Valle del Cauca). Una vez establecida, persiste el pastoreo, siendo muy apetecida por el ganado. Como es una planta muy pequeña, no proporciona una apreciable cantidad de forraje. Suministra variedad en la alimentación y enriquece el suelo. Debido a su resistencia al pisoteo y pastoreo en los potreros, es necesariamente inminente un estudio y selección posterior, bajo el aspecto alimenticio para los animales.

Un aspecto muy importante de esta planta, puntualizado por los mismos autores (12), es el de que en cier-

tas ocasiones produce hojas 2 ó 3 veces de mayor tamaño que el normal. Esta característica se podría aprovechar para que, mediante serios estudios y detallada selección, se obtuviesen de razas (strains) más robustas y que proporcionen mayor cantidad de follaje. Así, se podrá aumentar la cantidad de follaje que se le pueda suministrar a los animales, cuando éstos pastorean en los potreros donde se siembra o se presente en forma natural y espontánea.

Posee tallos rastreros que con facilidad se entreveran con el pasto. Por su porte pequeño y su abundante follaje, tiene porvenir como forrajera. El ganado la come con facilidad al arrancar los bocados de pasto. Además, es apetecida por los animales. Es muy rústica y resistente al pisoteo y diente de ellos. Es muy difícil estirparla, por tener raíces muy profundas y fuertes (Hosaka y Ripperton: 12).

“Amor seco” o “Pega-pega” (Fig. N° 33).

Nombre científico: *Desmodium campyoclados*
Hemsl.

Planta de tallo postrado y tetra-aristado. Hojas trifolioladas, provistas de estípulas caducas; folíolos de 3-5 cms., oblongo-lanceolados y fuertemente acuminados. Inflorescencia en racimos terminales; flores ligeramente amarillentas o blancas, de 6 mm., con pedúnculo de 8-10 mm., y brácteas caducas. Cáliz lobulado y persistente; corola papilionada; 10 estambres monadelfos. Lomento formado por 3-5 artejos, cubiertos de pelos cortos, lobulado en ambas márgenes, siendo más profundo en la inferior; artejos alargados triangulares, de 8 mm. de largo aproximadamente (Bermúdez: 5).

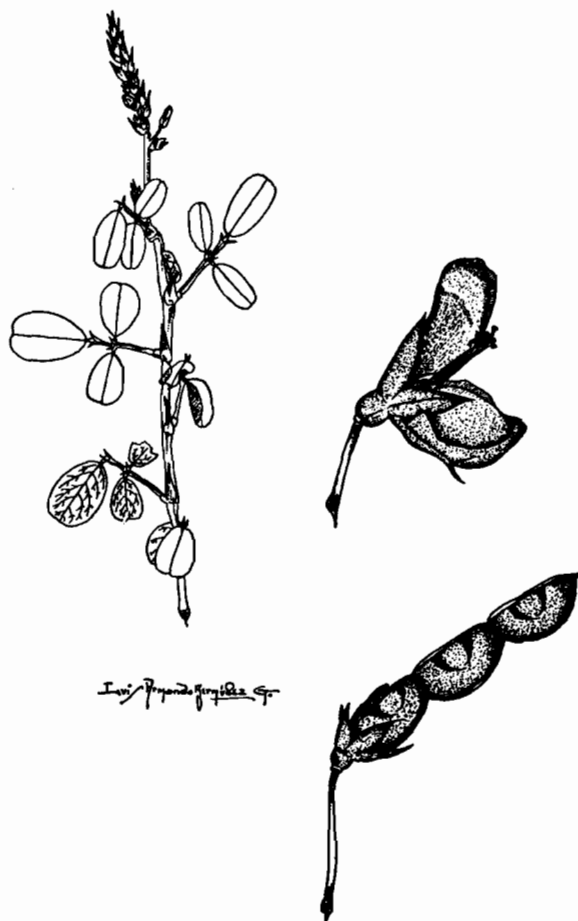


Fig. 31 — *Desmodium adscendens* (Sw.) DC.

Se presenta escasamente en la región templada del Departamento. Parece tener algún porvenir forrajero. Resiste el pisoteo y posiblemente se adapta al pastoreo.



Fig. 32 — *Desmodium barbatum* (L.) Benth. et Oerst.

Nombre científico: *Stylosanthes viscosa* Sw.
(Fig. N° 34).

Planta arbustiva, con tallo hasta 50 cms. de altura, leñoso y provisto de pelos abundantes y finos y con cierta viscosidad que lo hace adherente. Hojas trifolioladas, con folíolos lanceolados, de 0,5-1,5 cms., ligeramente denticulados desde el ápice hasta la mitad del limbo, ápice acuminado; estípulas oblongo-lanceoladas, dentadas, de 4-7 mm. y soldadas entre sí en la base. Flores amarillas, amariposadas, en cabezuelas terminales, ralas y bracteadas; cáliz tubular-lobulado, de 5 mm., persistentes y cubiertos de pelos finos; corola de prefloración vexilar, de 3-4 mm.; 10 estambres monadelfos, encerrados en la quilla. Legumbre de 4 mm., encerrada en el cáliz, generalmente con una semilla; estilo largo, persistente y algo curvo.

Esta planta es poco común en nuestro Departamento, sólo ha sido observada en la parte sur, donde es abundante. Por su viscosidad, su numeroso follaje y su rusticidad, parece tener importancia como forrajera. Esto, cuando está en estado tierno, o sea cuando joven. Cuando envejece, sus tallos se endurecen y posiblemente el ganado no la come. En el Brasil es usada con fines forrajeros, en pequeña escala, con muy buenos resultados (Ramos de Otero: 21 y Avila Araújo: 3).

Nombre científico: *Teramnus volubilis* Sw.
(Fig. N° 35).

Planta pequeña, de tallo herbáceo, cilíndrico y algo postrado, cubierto de vellosidades cortas. Hojas trifolioladas, con estípulas agitadas; folíolos lanceolados o lan-

ceolado-elíptico, de 1,5-2 cms. de largo y acuminados. Flores violáceas o blanco-violáceas, axilares, solitarias, papilionadas, con brácteas sagitadas y cáliz persistente. Legumbres lineares, aplanadas, más o menos de 3 cms. de largo y 2 mm. de ancho, pubescentes, cuando jóvenes, con bordes o márgenes casi rectos y encerrando de 8-10 semillas pequeñas y algo reniformes.

Esta planta parece resistir la sequía y el pisoteo. Se encuentra estremezclada con otras leguminosas, especialmente con *Desmodium scorpiurus*, en los potreros de pasto común. En Brasil y Paraguay (Burkart: 6) se usa con fines forrajeros, especialmente para el ganado caballar, ya que el mismo autor lo manifiesta diciendo: *Teramnus volubilis*, según Barbosa Rodríguez (1895, Pág. 129), es una enredadera de mucho valor forrajero, apreciada especialmente por el ganado caballar”.

Nombre científico: *Desmanthus virgatus* (L.).
Willd. (Fig. N° 36).

Planta perenne, arbustiva, de una altura promedio de un metro, con tallo algo duro en la base y tierno en la parte superior y con aristas bien diferenciadas. Hojas bipinnadas, con 10-20 pares de folíolos oblongo-lanceolados, pequeños y suaves. El pecíolo lleva entre el primer par de folíolos de cada una de las hojas una glándula ovado-oblonga; estípulas filamentosas. Flores blancas, en cabezuelas y con muchos estambres filamentosos, muy vistosos (conspicuos). Legumbre delgada y aplanada, recta o ligeramente curva, de 7,5-10 cms. de largo y 8 mm. de ancho, glabra y con bordes algo aplanados y encierra 20-30 semillas ovales o aovadas, pardas y ligeramente comprimidas.

Es una planta muy distribuída en todo el Departamento. Se encuentra con abundancia principalmente en los rastrojos. También en los potreros de pasto común y con algunos de mayor porte, como puntero y guinea.



Fig. 33 — *Desmodium campydoclados* Hemsl.



Fig. 34 — *Stylosanthes viscosa* Sw.

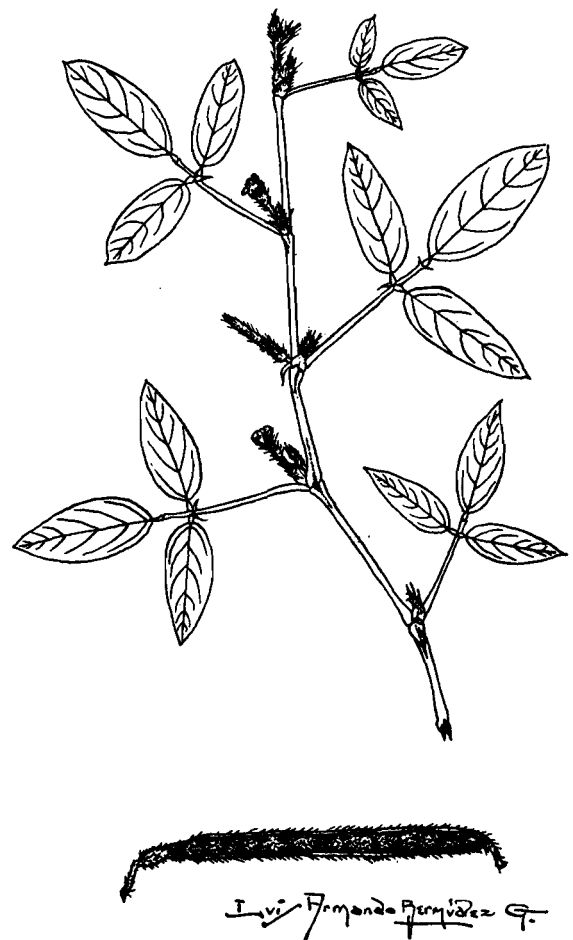


Fig. 35 — *Teramnus volubilis* Sw.

Como planta forrajera es de gran valor. Es bien comida por el ganado. Es muy usada para estos fines en otros países como Argentina, Estados Unidos, etc., en donde es muy apreciada por su valor alimenticio. Si se corta periódicamente retoña bien. Persiste bajo pastoreo, si no se recarga de animales (Burkart: 6).

Además, dice Hyeronimus (Plant. diaph), citado por Burkart (6), que sus fibras pueden emplearse en tejidos.

“Balso” (Fig. N° 37).

Nombre científico: *Aeschynomene ciliata* Vog.

Planta de una altura hasta de 1,80 mts., de tallo hueco, de color verde claro y provisto de numerosos pelos glandulares muy finos que segregan un líquido viscoso de olor agradable. Hojas compuestas, paripinnadas, con 12-18 folíolos finamente aserrados, oblongo-lineares: estípulas dentadas, lanceolado-sagitadas, de 8-15 mm. de largo por 2-4 mm. de ancho; pecíolo largo y fino, provisto también de pelos glandulares, lo mismo que el pedúnculo floral. Flores amariposadas, en racimos axilares algo densos, con pedúnculos filiformes, de 8-10 mm. de largo; brácteas lanceoladas-acuminadas; corola de 1-1,2 cms., amarilla, con estandarte finamente dentado y el dorso rojizo parduzco. Prefloración vexilar; 10 estambres monadelfos; ovario encorvado, muy veloso de 8-10 mm. de largo. Fruto lomentáceo con pedúnculo filiforme, de 1,5 cms. de largo de borde superior casi recto y el inferior algo lobulado, de 3-5 cms. de longitud por 5 mm. de ancho, con 8-12 artejos redondeados, fácilmente desprendibles, provistos de vellos finos y abundantes y con semilla prominente.

Es una planta muy abundante en los lugares húmedos e inundables. Aparece con gran proliferación después de que bajan las aguas de las crecientes, principalmente a orillas del río Cauca. Es bastante apetecida por el ganado que la come con gran avidez y preferencia.



Fig. 36 — *Desmanthus virgatus* (L.) Willd.

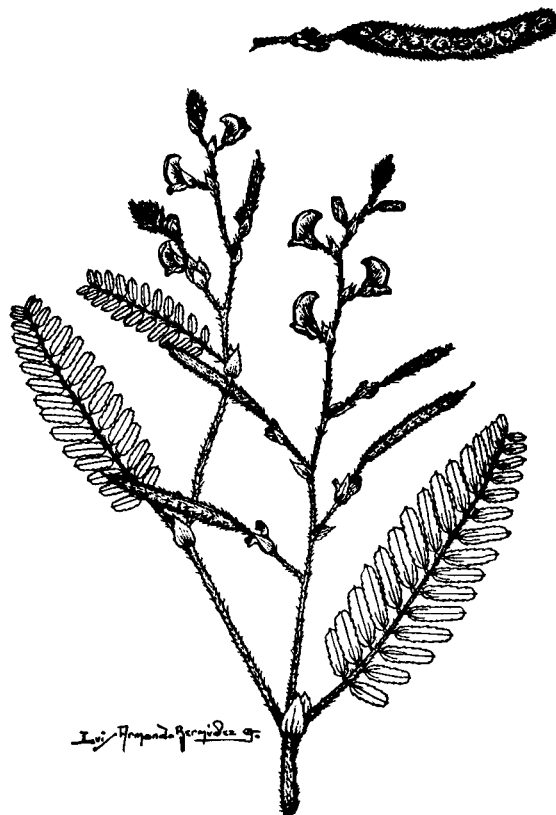


Fig. 37 — *Aeschynomene ciliata* Vog.

“Granizo” (Fig. N° 38).

Nombre científico: *Aeschynomene sensitiva* Sw.

Planta hasta de 2 mts. de altura, de tallo leñoso, de color verde oscuro que a medida que envejece se torna negruzco, principalmente en la base, ramificado grandemente y provisto de pelos glandulares muy abundantes que producen un líquido viscoso que hace que la planta sea pegajosa. Estos pelos también se presentan, pero con menos abundancia, en el pecíolo de las hojas y en el pedúnculo floral. Hojas compuestas, paripinnadas, con 12-16 pares de folíolos oblongo-lineares, de 5-8 mm. de largo y 1,5-2 mm. de ancho y con bordes enteros; estípulas sagitadas, muy acuminadas y aserradas y de 1 cm. de largo. Flores amariposadas, de 6 mm. de largo, de color amarillo intenso y en racimos axilares, algo ralos; cáliz con 5 sépalos de 3 mm. de largo y persistente; corola de prefloración vexilar; 10 estambres monadelfos, de filamentos cortos y anteras algo prominentes; ovario algo encorvado hacia arriba y con ambos bordes lobulados, siendo el inferior más profundamente lobulado que el superior; pedúnculo fino de una longitud de 8-10 mm. Artejos lenticulares, de 2,5-3 mm., con semillas prominentes, de tal manera que se pueden notar a simple vista.

Esta planta, como la anterior, abunda mucho en las orillas del río Cauca. En terrenos húmedos e inundables. Se presenta en grandes cantidades, en unión con el Balso, después de las crecientes. También es muy apetecida y comida por el ganado que vive y se alimenta en dichas regiones.

Nombre científico: *Desmodium axillare* (Sw.) DC. (Fig. N° 39).

Planta herbácea, de tallo rastrero muy fuerte, el cual produce en sus yemas raíces adventicias que lo fijan

fuertemente al suelo y de trecho en trecho, tallos florales erguidos de una altura entre 30-40 cms. Hojas trifolioladas, cuyo folíolo central es romboidal-acuminado y de 6-10 cms. y los laterales ligeramente aovados y acuminados, de 4-6 cms., de color verde oscuro, que, cuando jóvenes toman un color parduzco, especialmente en la haz. El tallo cubierto de vellosidades finas, lo mismo que el pecíolo de las hojas y el pedúnculo floral. Estípulas lanceoladas, fácilmente desprendibles. Flores amariposadas, sub-solitarias, pequeñas, rosado-violáceo intenso, provistas de brácteas caducas; cáliz persistente y dentado; inflorescencia en racimos terminales; 10 estambres monadelfos; ovario alargado, unilocular, con estilo largo que sobresale del tubo formado por la unión de los estambres. Fruto lomentáceo, formado generalmente por 2 artejos lenticulares, de 5-8 mm. de largo y provistos de pelos adherentes; pedúnculo largo y delgado, de aproximadamente 1 cm. de longitud. Bordes del fruto lobulados, siendo el superior casi recto y el inferior profundamente lobulado, distinguiéndose fácilmente los dos artejos.

Esta planta se presenta abundantemente en las regiones húmedas e inundables del Departamento. Se observa especialmente en las riberas de las corrientes de agua. Se encuentra mezclada principalmente por las gramíneas de bajo porte y a veces en el pará. Se la encuentra mucho a orillas del río Cauca.

Es muy posible que se adapte muy bien a convivir con gramíneas forrajeras de los lugares húmedos, como janiéro y otros. Por la abundancia de su follaje y la adaptabilidad a diferentes tipos de suelos, lo mismo que por la fortaleza de sus tallos, puede tener porvenir como forrajera. Parece que resiste bien el pisoteo de los animales. Además, es muy prolífica y produce abundante

semilla, con lo cual se puede asegurar una buena propagación.

A las especies anteriormente enumeradas, podemos agregar, como información complementaria, las siguientes plantas:

Desmodium poeppigianum (Schindl.) Macbr. y *Desmodium caripense* (HBK) G. Don., cuya presencia en el Departamento fue comprobada por el Profesor José Cuatrecasas, Ex-Jefe de la Comisión de Botánica de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Valle del Cauca, en su estudio sobre *La flora vallecaucana*. Los ejemplares de estas especies reposan en el Herbario que posee la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional en Palmira. Están identificados con los números 17.645 y 19.826, respectivamente. Estas plantas serán objetos de un detenido estudio con el fin de determinar su calidad de forrajeras. Pero se puede predecir una posible importancia como tales, puesto que pertenecen a un género de plantas que posee gran cantidad de especies forrajeras, como es *Desmodium*.

También se ha observado creciendo en abundancia, en las regiones montañosas, principalmente en la Cordillera Central, una planta conocida con el nombre científico de *Medicago hispida Gaertn.* (Fig. N° 40). Esta tiene gran valor como forrajera. Para con tales fines se la usa en Estados Unidos, Argentina, Brasil, Hawaii, etc. (Burkart: 6 y Hosaka et Ripperton: 12). En muchos países se conoce con el nombre de "Trébol de Carretilla". En algunas regiones de Colombia, según Pérez Arbeláez (18) se la denomina "Cuartillito". En Estados Unidos se la llama "California Bur-clover" (Mc. Kee and allied: 16).

Esta planta, según Hosaka y Ripperton (12), es una de las más importantes leguminosas forrajeras de Hawaii. Los mismos autores (12) dicen que una vez establecida se conserva indefinidamente con poca semilla de resiembra. Contiene un alto valor nutritivo durante todo el período de su crecimiento. Pero, según los mismos autores (12), es menos palatable, cuando joven. Su capacidad para entremezclarse con otras plantas, la capacita para crecer con pastos bajos, como Bermuda (Ar-

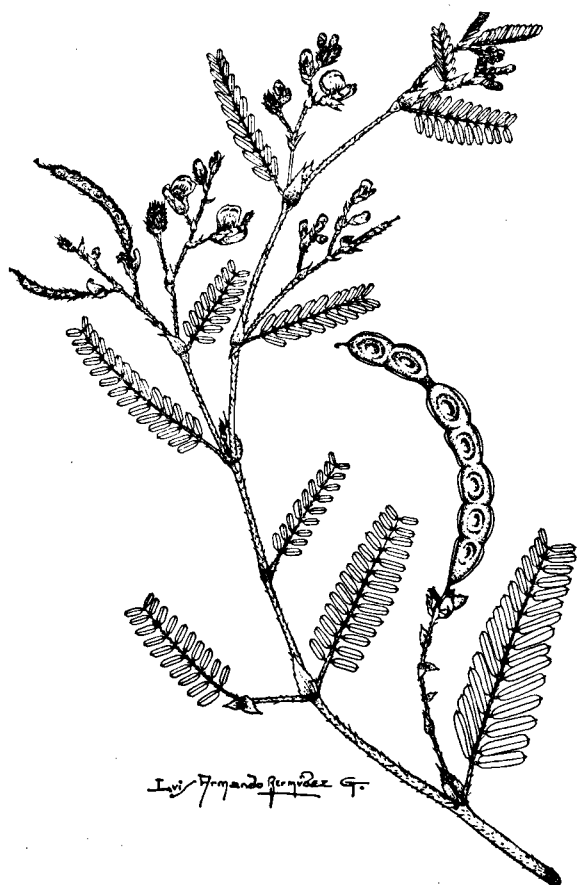


Fig. 38 — *Aeschynomene sensitiva* Sw., var.

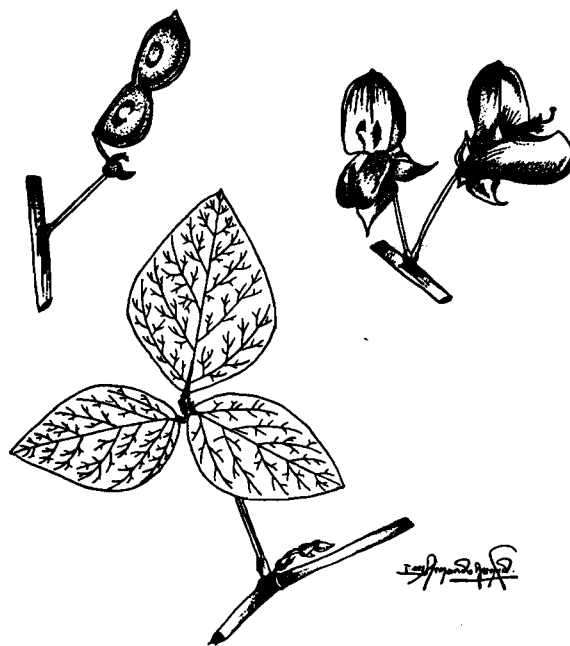


Fig. 39 — *Desmodium axillare* (Sw.) DC.

gentina, en el Valle), *Paspalum* (pasto común, en el mismo Departamento), como también con Rye-grass perenne y pasto Bromo. En nuestro medio se la encuentra creciendo con vigor y bien adaptada con el kikuyo.

En Estados Unidos, según Mc. Kee (15), el California Bur-clover (*Medicago hispida*) es la especie más abundante que se encuentra de este tipo de forrajeras de los Estados Occidentales de dicho país. La otra especie que también se consigue en alguna abundancia es "Spotted Bur-clover" (*Medicago arabica*), la cual se encuentra de preferencia en los Estados Sur-Orientales.

Según el mismo autor (15), ambas especies son de origen Mediterráneo y su mayor utilización es el cultivo en potreros mezclada con gramíneas de pastoreo, como Bermuda. En esta forma sirve para suministrar forraje de invierno y como complemento nutritivo de dichos pastos. El mismo (15) dice que crece prácticamente en todo tipo de suelos, pero los más apropiados con los francos que sean ricos en cal, aunque también crece con éxito en suelos pobres en este mineral.

En cuanto al valor alimenticio de ambas plantas, el mismo Mc. Kee (15) dice lo siguiente: "Los Bur-clovers se reconocen como plantas de buen valor nutritivo, suministrados en forma de heno o en pastoreo, aunque los animales no los comen con la misma facilidad con que toman la alfalfa y los tréboles".

De lo anterior, podemos deducir que nuestra Flora espontánea y nativa posee muchas especies que son de utilidad para la alimentación del ganado, especialmente del tipo lechero. Sólo resta hacer un estudio experimental para determinar cuáles son las especies más aptas y que se comportan mejor como forrajeras, por ser de mayor valor nutritivo y poseer mayor cantidad de nutrientes. Y, además, adaptarse mejor al pastoreo, resistiendo el pisoteo de los animales y el trájín de los potreros y praderas. También deben buscarse las que mejor se comporten y puedan ser aconsejadas para cada una de las diferentes regiones del Valle del Cauca, de acuerdo con los tipos de suelos, temperatura, y demás

condiciones agronómicas de dichas regiones. Es decir: que dichas especies deben someterse a un plan de experimentación racional que tenga como meta final la determinación de las plantas forrajeras de pastoreo para sembrar y explotar en el Valle del Cauca.

Estas plantas deben poder adaptarse a siembras mixtas con las gramíneas que crecen en las distintas regiones del Departamento. Este es el mejor y más aconsejable método de utilizar las tierras de pastoreo para la alimentación de vacas lecheras y del ganado en general. Esto lo afirma Hudgson y Reed (13) en su libro titulado "Manual de Lechería para la América Tropical", en el cual anotan, además, las siguientes ventajas para la siembra mixta de gramíneas y leguminosas para potreros de pastoreo:

"1ª Se obtiene pasto más uniforme y de mayor rendimiento, debido a que a menudo en un mismo lote varían las propiedades del suelo y la mezcla de semillas produce plantas que se adaptan a cada una de las distintas condiciones de la tierra;

"2ª Cuando se mezclan leguminosas, éstas ayudan a conservar el nitrógeno del suelo;

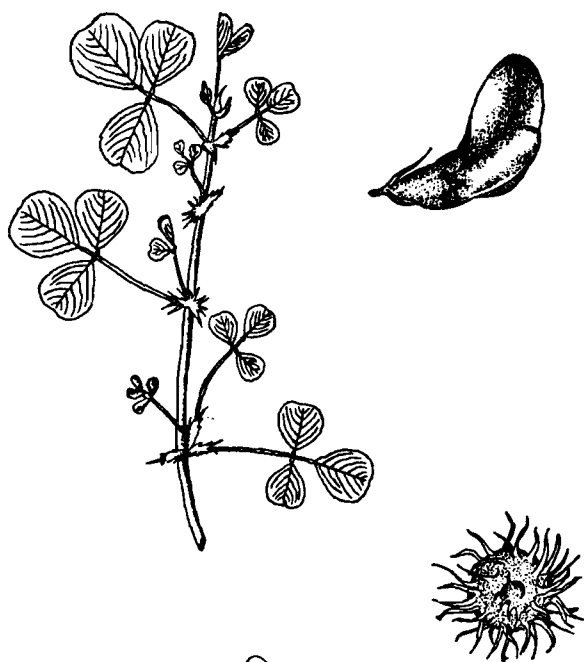
"3ª Las mezclas dan, con mayor rendimiento, una producción de hierba estacional más uniforme, debido a que el período de mayor producción de las distintas especies se presentan en época diferentes;

"4ª Las mezclas de pastos (gramíneas) con leguminosas proporcionan un alimento más apetitoso y mejor equilibrado; y

"5ª La mezcla de gramíneas con leguminosas de diferente porte (tamaño) ofrece las ventajas de que se utiliza con provecho el terreno de que se dispone, ya que las plantas bajas ocupan casi siempre los lugares que dejan libres las altas, de cualquiera de los dos tipos de especies forrajeras".

Podemos decir que estamos seguros de que se logrará un excelente éxito, en los estudios propuestos. Basta tener en cuenta que muchas de estas plantas incluídas en este trabajo, como posibles forrajeras, son usadas en otros países adelantados en la alimentación de sus ganados. También casi todas pertenecen a géneros que suministran especies netamente forrajeras, como *Desmodium*, *Stylosanthes*, *Trifolium*, *Zornia*, *Centrosema*, *Medicago*, etc. Esto lo confirma, en parte, Burkart (6), cuando expresa: "Casi todas las especies de *Desmodium* son buenas forrajeras naturales, que en regiones tropicales reemplazan a los tréboles, siendo cualidad muy notable de ellas, la de que las apetece mucho el ganado" y, al hablar de las especies de *Stylosanthes*, dice: "Estas plantas carecen de aplicaciones, si se descuenta cierto valor como forrajeras naturales de exiguo desarrollo". Pero a la vez manifiesta que el valor forrajero de estas especies en el Brasil fue señalado por Hohne desde 1921. Con respecto a los *Desmodios*, Hudgson y Reed (13) manifiestan: "Algunas variedades (especies) de esta leguminosa indígena se encuentran en los pastos de las tierras bajas e intermedias del trópico y se consideran como las mejores entre las leguminosas tropicales. Requieren suelo relativamente fértil y crecen bien entre hierbas rastreras. Se recomienda el cultivo de estas leguminosas con otras plantas".

También debemos tener en cuenta que varias de las especies incluídas en el presente trabajo o estudio se utilizan en la alimentación del ganado en otros países,



Medicago hispida Gaertn.

Fig. 40 — *Medicago hispida* Gaertn.

entre ellas *Desmodium supinum* (Sw.) DC. o *Desmodium canum* (Gmel.) Schinz. et Tell., planta que ocupa el primer lugar entre las forrajeras subtropicales de pastoreo; *Desmodium tortuosum* (Sw.) DC. o *Desmodium purpureum* Mill., utilizada, como ya se dijo, con éxito en Estados Unidos y Argentina; *Desmodium barbatum* Benth. o *Meibomia barbata* Kuntze, grandemente usada como forrajera en el Brasil, *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw., llamada "Trifolio" en el Brasil y muy utilizada como forraje, y el excelente y conocido *Trifolium repens* L. (Trébol Blanco), considerado por la mayoría de los autores como la principal y más importante planta forrajera de clima medio, por su rusticidad, resistencia y adaptabilidad a los diferentes tipos de suelos y su alto valor nutritivo.

La publicación del presente trabajo, se ha hecho con base de la importancia que él pueda tener en nuestra incipiente Agrostología. Basta decir que el doctor Jorge de Alba (10), en la Publicación Agrícola Nos. 149-150 y 151, de la Unión Panamericana, anota: "En ciertos países de nuestro continente existen, sin duda, leguminosas que merecen estudios agrostológicos; así en Colombia con frecuencia se mencionan leguminosas silvestres en las sabanas y llanos, pero no existen trabajos a cerca de ellas". Dice también: "Los mejores pastos de pastoreo son aquellos que contienen mezclas de gramíneas y leguminosas". Por ésto, aconseja, además, esparcir en las praderas y potreros semillas de leguminosas para mejorarlos, balanceando así la alimentación del ganado. Pero, a este respecto, entre nosotros se presenta el inconveniente de la falta de estudios sobre esta clase de leguminosas adaptadas a diferentes regiones y climas. El mismo De Alba (10) aconseja las mezclas de pastos con trébol blanco (*Trifolium repens* L.) para la formación de mejores praderas en tierras húmedas y templadas, especialmente en Estados Unidos.

La intención del autor es que el presente trabajo no sea una simple enumeración de especies botánicas, sino especialmente la iniciación a un estudio al cual debe dedicársele gran atención por parte del Gobierno. Esto con el fin de poder lograr en un futuro muy próximo la solución del problema forrajero del Departamento, que se acentúa cada día más, debido al progreso de nuestra ganadería y al aumento de la población consumidora de leche y demás productos del ganado vacuno. Lo anterior tiene confirmación, si se tiene en cuenta lo que manifiesta Burkart (6) sobre estas plantas: "En las regiones subtropicales tenemos especies útiles de *Desmodium* (*D. canum*, *D. discolor*, *D. purpureum* o *tortuosum*), de *Zornia*, *Stylosanthes*, y *Centrosema* que son aprovechadas por el ganado, pero faltan todavía estudios sobre la mayoría de ellas". Esto tiene aplicación inmediata entre nosotros, pues el mismo autor (6), al hacer esta afirmación, se refiere a las especies que se presentan en Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay, y bien sabemos que en Colombia es nada o muy poco lo que se ha hecho con respecto de nuestras leguminosas silvestres bajo su aspecto forrajero.

Con el presente trabajo queremos despertar algún interés no sólo entre las esferas oficiales sino también entre los agricultores y ganaderos, quienes ante todo deben evitar la destrucción de dichas plantas para que, cuando se inicie la labor de experimentación por parte del Gobierno, se encuentre suficiente material de trabajo y un campo propicio para la labor.

Estos trabajos de experimentación deben tener una base firme, o sea un plan científico, bien fundamentado y de larga duración; y su meta o fin principal y primordial, la obtención de plantas nativas que sirvan de forraje al ganado lechero de las diferentes regiones y climas del valle del Cauca. Debe ser una empresa del gobierno vallecaucano y del nacional, ya que el problema de deficiencia forrajero es de todo el país.

CONCLUSIONES

El estudio de la flora nativa de leguminosas del Valle del Cauca reporta aspectos muy interesantes en lo que se relaciona con su uso como forrajes para la alimentación del ganado, especialmente del tipo lechero. Estos se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

1º Tienen una riqueza en nutrientes, especialmente proteínas, vitaminas y minerales. Se adaptan a distintos tipos de suelos. Son abundantes en los potreros naturales y artificiales y resistentes al pisoteo y pastoreo de los animales. Por lo anterior, y por la diversidad de especies presentes en casi todas las regiones del Valle del Cauca y la ventaja de ser comidas por el ganado, es muy posible que estas plantas tengan gran valor como forrajeras. Poseen como condición muy favorable y valiosa, la de ser especies espontáneas que crecen y se multiplican con abundancia en forma natural en nuestro medio tropical.

2º De las especies citadas en este estudio, las que tienen mayor porvenir como forrajeras, y que deben tenerse en cuenta para futuros trabajos de selección y experimentación destinados a obtener forrajes baratos y de alto valor nutritivo que puedan aconsejarse para la alimentación del ganado, son todas aquellas que pertenecen a los géneros *DESMODIUM*, *STYLOSANTHES*, *ZORNIA*, *CENTROSEMA* y *DESMATHUS*. Estos géneros tropicales son los que tienen más especies empleadas como forrajes en varios países americanos y especialmente en Brasil, Argentina, Hawaii, México y Centroamérica.

3º A estas especies se deben agregar las especies *Trifolium repens* L. y *Medicago hispida* Gaert. que se consideran como subespontáneas. Son utilizadas en la alimentación del ganado vacuno en los Países Europeos, Estados Unidos y muchos otros americanos, como Argentina, Chile, Uruguay, etc.

4º Tampoco se deben desechar los otros géneros que se mencionan en el presente trabajo (*Aeschynomene*, *Rhynchosia*, *Galactia*, *Vigna*, *Phaseolus*, *Teramnus*, *Chamaecrista* e *Indigofera*). Entre ellos, hay algunos que tienen especies que son de interés forrajero en otros países, como son: *GALACTIA*, *TERAMNUS* y *VIGNA*. Estos merecen estudios detenidos, en lo que se refiere a sus especies nativas presentes en el Valle del Cauca, ya que tienen indicios de que se puedan usar como forraje.

5º Entre las especies citadas se encuentran muchas de reconocido valor forrajero, como son *Desmodium barbatum* (L.) Benth. et Oerst., *Desmodium canum* (Gmel.) Schinz et Tell., *Desmodium tortuosum* (Sw.) DC. *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Swartz, *Centrosema pubescens* Benth., *Desmodium triflorum* (L.) DC., *Desmanthus virgatus* (L.) Will., *Teramnus volubilis* Sw., *Zornia diphylla* (L.) Pers. y *Stylosanthes hamata* (L.) Tauberts. Esto lo confirman autores de reconocida autoridad como Burkart, Avila de Araújo, De Alba, Hosaka, Ripperton, Hodgson, Reed, Mc. Kee, Morrison y otros. Por consiguiente, debe procurarse que su propagación y multiplicación se extienda y se haga en mayor escala para balancear las deficiencias nutritivas de las gramíneas que forman los potreros del Valle del Cauca. Así se obtendrá un gran beneficio en la alimentación del ganado lechero de esta ubérrima región del país. Esto se traduce en un aumento en la producción lechera y en las proteínas y demás nutrientes de la leche que proporcionen los animales que se nutran en los potreros en donde crezcan gramíneas en mezcla con las citadas leguminosas.

6º Es muy conveniente que, cuando se haga la limpieza de los potreros, no se destruyan estas plantas, como se hace en la actualidad. Su presencia en asociación con las gramíneas, balancea el valor nutritivo de los pastos. Con ello se beneficia grandemente el ganado que paca en ellos. Por este motivo es más aconsejable procurar, por todos los medios posibles, el incrementar su propagación y multiplicación y su presencia en los potreros, evitando su desaparacimiento. Para esto es conveniente que nuestros campesinos las conozcan y las diferencien bien y no las traten como "malezas", tal como lo vienen haciendo, pues, con ello están privando a sus ganados de una mejor alimentación y de hacer una eficiente explotación de sus potreros y praderas.

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS USADOS

(W. A. Dayton: 9; Hosaka y Ripperton: 12 y Font Quer: 11)

Acuminado

Que termina en punta más o menos larga.

Actinomorfo

Regular. Una flor que puede ser dividida simétricamente en varias partes iguales por más de un plano de simetría radial y sus piezas o partes son iguales en tamaño y forma.

Agudo

Que termina en ángulo agudo.

Alas

Pétalos laterales de las flores amariposadas (papilionadas). Tienen forma similar a las alas de las mariposas.

Albumen

Materia feculenta que envuelve el embrión y le sirve de primer alimento a la plántula.

Anátropo

Ovulo invertido, de tal manera que el micrópilo se presenta junto al hilo (hilum) o punto de unión de él a la placenta. Son los más frecuentes de todos.

Aovado

De forma del perfil del huevo; más ancho en la base que en el ápice.

Apice

Extremo superior de la hoja o folíolo, o sea el extremo opuesto al punto de inserción de la hoja al tallo.

Bipinnada

Hoja doblemente compuesta, en la cual los folíolos se subdividen en otros más pequeños que se disponen a ambos lados del raquis.

Bráctea

Hoja modificada, situada en el punto de inserción de la flor al tallo.

Capítulo o Cabezuela

Inflorescencia en la cual las flores están arregladas sobre un receptáculo común, a veces carnoso llamado disco o platillo.

Carenal o Carinal

Prefloración en la cual la quilla o carena aparece externamente en el botón floral.

Cíclica

Flor cuyos verticilos forman siempre círculos concéntricos.

Coriáceo

De consistencia de cuero o cartón, generalmente se aplica a las hojas y los sépalos.

Decumbente

Más o menos postrado, pero con ramas o tallos ascendentes.

Dehiscente

Fruto que se abre naturalmente para dar salida a las semillas.

Dentado

De bordes recortados, de tal manera que se presentan entrantes y salientes de ángulo más o menos agudo.

Denticulado

Con dientes muy menudos.

Diadelfos

Estambres unidos por sus filamentos en dos grupos; generalmente se presentan de tal manera que un solo estambre queda libre y los demás unidos, aunque hay casos en que se presentan en dos grupos, cada uno con la mitad de los estambres.

Digitada

Hoja compuesta, cuyos folíolos se colocan a la manera de los dedos de la mano.

Elíptico

De forma más o menos parecida al perfil de una elipse.

Endosperma

Reserva alimenticia almacenada en la semilla, la cual sirve de alimento al embrión durante el proceso de germinación.

Envés

Cara más clara de la hoja y orientada hacia abajo. Generalmente tiene menos lustre.

Espiga

Inflorescencia en la cual las flores están arregladas a lo largo del eje floral en forma más o menos regular, pero sentadas o sésiles.

Estandarte o Vexilo

Pétalo superior de las flores papilionadas o amariposadas; generalmente es de mayor tamaño que los demás pétalos.

Estípulas

Hojas modificadas que se presentan en el punto de inserción del pecíolo foliar al tallo.

Estipulilla o Estipela

Hoja modificada de menor tamaño, que se encuentra en el punto de inserción del folíolo al raquis, en las hojas compuestas.

Filiforme

Muy delgado, dando apariencia de hilo.

Foliáceo

De aspecto o de forma y consistencia de hoja.

Folíolo

Cada una de las hojuelas que constituyen o componen una hoja compuesta.

Funiculo

Cordón que une la semilla con la placenta.

Gamopétala

Corola formada por pétalos unidos constituyendo una sola pieza, casi siempre tubular o de forma de campana.

Haz

Cara más oscura de la hoja y orientada hacia arriba. Generalmente es más lustrosa.

Heteroclamídea

Flor cuyos verticilos florales exteriores son diferentes en color y consistencia, es decir que tiene cáliz y corola bien diferenciados.

Hilum o Hilo

Cicatriz delgada de la semilla, por separación del funículo.

Hipogina

Flor cuyo ovario es súpero, es decir que está colocado

- sobre el receptáculo floral y encima del punto de inserción del perianto y los estambres.
- Hirsuto**
Cubierto de pelos moderadamente duros (tensos) y áspero al tacto.
- Imparipinnadas**
Hojas compuestas que terminan en un solo folíolo, o sea que en su extremo sólo lleva una hojuela.
- Inflorescencia**
Manera como están dispuestas las flores de una planta, en un eje o pedúnculo floral. Conjunto de flores en un eje en la planta.
- Lampiño**
Sin pelos ni vellocidades.
- Lanceolado**
Hoja o folíolo con lados alargados y terminados en un ápice agudo (puntiagudo) y base aovada, dando la apariencia de una lanza.
- Lenticular**
De forma parecida a una lente biconvexa.
- Limbo**
Lámina de la hoja; constituye la parte principal de ella; generalmente es de color verde.
- Lomento**
Legumbre o vaina dividida en artejos o segmentos, cada uno de los cuales tiene o encierra una sola semilla y que se separan por fragmentación, no por dehiscencia del fruto.
- Membranoso o Membranáceo**
De consistencia de membrana.
- Monadelfos**
Estambres unidos totalmente por sus filamentos.
- Mucronado o Mucronato**
Apice que termina bruscamente en una punta angulosa y corta.
- Oblongo**
Alargado, con lados paralelos aproximadamente y extremos redondeados.
- Obtuso**
De ápice redondeado.
- Obovado**
De forma del perfil de huevo invertido, es decir con el ápice ancho y base angosta.
- Orbicular**
De forma más o menos aproximada a un círculo.
- Oval**
Anchamente elíptico.
- Ovario**
Parte basal y fértil del pistilo, que generalmente viene a convertirse en el fruto.
- Panoja o Panícula**
Inflorescencia ramificada, en la cual las flores se presentan arregladas de tal manera que los pedicelos florales van disminuyendo en longitud del ápice o extremo superior hacia la base, dando apariencia de cono.
- Paripinnada**
Hoja compuesta que termina en un par de folíolos.
- Peciolo**
Cabito o tallito que une el limbo de la hoja al tallo.
- Peciolillo o Peciolulo**
Diminutivo de peciolo. Peciolo o tallito que une el folíolo al raquis.
- Pedicelo**
Ramita que sostiene una flor, o sea el que une ésta con el pedúnculo.
- Pedúnculo**
Eje principal de la inflorescencia, el que sostiene las flores que la componen.
- Pennada o Pinnada**
Hoja compuesta, cuyos folíolos están arreglados a ambos lados a lo largo del raquis.
- Perianto**
Conjunto de las envolturas florales externas, es decir del cáliz y la corola.
- Piloso o Peloso**
Que posee pelos largos.
- Poliadelfos**
Estambres reunidos en varios grupos (más de dos) por medio de sus filamentos.
- Pubescente**
Con pelos finos y suaves.
- Quilla o Carina**
Organo de la corola de las flores amariposadas, formado por la unión de los dos pétalos inferiores de ellas y que da la apariencia de la quilla de un barco.
- Racimo**
Inflorescencia compuesta de flores pediceladas insertadas a lo largo de un eje a distancias más o menos iguales y cuyos pedicelos son del mismo largo aproximadamente.
- Raquis**
Eje común y principal de las hojas compuestas.
- Reptante**
Tallo que se arrastra sobre la superficie del suelo.
- Sagitado**
De forma de flecha, o sea con ápice agudo y lados rectos.
- Sentado o Sésil**
Se aplica a las hojas y flores que carecen de peciolo, es decir que están colocadas directamente sobre el tallo.
- Sub**
Prefijo que se usa para significar que es menor a lo normal o inferior en cierto grado.
- Trifoliolada**
Hoja compuesta que posee tres folíolos.
- Tomentoso**
Cubierto de densos pelos lanosos de tal manera que el indumento da la apariencia de lana.
- Tubular**
Que tiene forma de tubo; generalmente se aplica al cáliz y la corola.
- Umbela**
Inflorescencia en que los pedicelos parten del mismo punto en el extremo del pedúnculo de ella, tienen la misma longitud y, por lo tanto, llegan a la misma altura, pero, por su arreglo, tiene la apariencia de una sombrilla.
- Unicarpelar**
Fruto formado por un solo carpelo, el cual comúnmente tiene una sola cavidad o celda, aunque puede encerrar muchas semillas.
- Vaina o Legumbre**
Fruto simple, dehiscente, que se abre longitudinalmente en dos valvas que se separan al abrirse.
- Velloso**
Cubierto de pelos largos y rectos.
- Vexilar**
Prefloración en la cual el estandarte se encuentra en la parte externa del botón floral.
- Yema**
Botón, capullo o ramita embrionica sin desarrollar.

Zigomorfa

Irregular. Flor que posee un plano de simetría y que puede ser dividida en dos partes por un plano de simetría vertical.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1.—ANONIMO

"Recomendaciones para el Cultivo de Pastos y Forrajes". — Sección de Pastos y Forrajes, Estación Experimental de Tibaitatá, Departamento de Investigación Agropecuaria (D.I.A.), Boletín Informativo N° 66, págs. 1-10, Marzo 1958, Bogotá, Colombia.

2.—ARENAS, OLIMPO

"Organización económica de la Ganadería". — Conferencia dictada en la Sociedad de Agricultores. Revista de Agricultura e Industrias, Año IV, N° 26, págs. 49-73, Secretaría de Agricultura de Santander, Julio 1940. Bucaramanga, Colombia.

3.—AVILA DE ARAUJO, ANACREONTE

"Forrageiras para o sul do Brasil". — Secretaría de Estado dos Negocios de Agricultura, Industria e Comercio, Secção de Imformações e Propaganda Agrícola, 258 pp., 1952. Porto Alegre, Brasil.

4.—BERMUDEZ GARCIA, LUIS ARMANDO

"Contribución al estudio de las Leguminosas posiblemente Forrajeras y de Pastoreo en el Valle del Cauca". — Escuela Superior de Agricultura Tropical, 73 pp., 1941 (Tesis inédita. Cali, Colombia).

5.—

"Breves anotaciones sobre las Leguminosas posiblemente Forrajeras del Municipio de Sonsón (Antioquia)". — Revista "Agricultura Tropical", N° 4: págs. 13-21, N° 5: págs. 24-28, N° 6: págs. 28-30 y N° 7: págs. 26-30; mayo, junio, julio y agosto de 1943. Bogotá, Colombia.

6.—BURKART, ARTURO

"Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas". — Acme Agency, Suc. de Resp. Ltda., 590 pp., 1943. Buenos Aires, Argentina.

7.—CARY, C. A.

"Utilization of Feed Energy and Feed Protein in Milk Secretion". — Food and Life (Yearbook of Agriculture, págs. 649-665, 1939. Washington, D. C., U.S.A.

8.—

"The Vitamins in Milk and Milk Production". — Food and Life (Yearbook of Agriculture), United States Department of Agriculture, págs. 669-684, 1939. Washington, D. C., U.S.A.

9.—DAYTON, W. A.

"Glossary of Botanical Terms Commonly used in Range Research". — United States Department of Agriculture, Miscellaneuos Publication N° 110, 40 pp., 1931. Washington, D. C., U.S.A.

10.—DE ALBA, JORGE

"Manual de Alimentación de Ganado". — Unión Panamericana, Publicación N° 149-150 y 151, 76 pp., 1945. Washington, D. C., U.S.A.

11.—FONT QUER, P.

"Diccionario de Botánica". — Editorial Labor S. A., 1244 pp., 1953. Barcelona, España.

12.—HOSAKA, E. Y. and RIPPERTON, J. C.

"Legumes in the Hawaiian Ranges". — Hawaii Agricultural Experiment Station, Bulletin N° 93, 80 pp., 1944. Honolulu, Hawaii.

13.—HUDSON, H. E. and REED, O. E.

"Manual de Lechería para la América Tropical". — United States Government Printing Office, Superintendent of Documents, Publication TC. 280, 370 pp. Washington, D. C., U.S.A.

14.—JONES, D. BREESE

"Protein requirement of Man". — Food and Life (Yearbook of Agriculture), United States Department of Agriculture, págs. 173-186, 1939. Washington, D. C. U.S.A.

15.—MC. KEE, ROLAND

"The main Species of Legumes". — Food and Life (Yearbook of Agriculture), United States Department of Agriculture, págs. 703-726, 1939. Washington, D. C., U.S.A.

16.—MC. KEE, ROLAND and PIETERS, A. J.

"Breeding Miscellaneous Forrage and Cover Legumes". — Food and Life (Yearbook of Agriculture), United States Department of Agriculture, págs. 999-1031, 1939. Washington, D. C., U.S.A.

17.—MEIGS, EDWARD B.

"The Feeding of Dairy Cows for Intensive Milk Production in Practice". — Food and Life (Yearbook of Agriculture) United States Department of Agriculture, págs. 566-591, 1939. Washington, D. C., U.S.A.

18.—MORRISON, FRANK B.

"Alimentos y Alimentación del Ganado". — (Traducción al Castellano de José Luis de la Loma de "Feed and Feeding"). Editorial Uteha, 2 vols., 1370 pp., 1941. México, D. F., México.

19.—PEREZ ARBELAEZ, ENRIQUE

"Plantas Útiles de Colombia". — Contraloría General de la República, Dirección Nacional de Estadística, Departamento de Publicaciones, 537 pp., 1947. Bogotá, Colombia.

20.—PIPER, CHARLES V.

"Forrage Plants and Their Culture". — Ed. L. H. Bailey¹ 1937. New York, U.S.A.

21.—RAMOS DE OTERO, JORGE

"Imformações sobre algunas Plantas Forrageiras". — Ministerio de Agricultura del Brasil, Secção da Alimentação Animal, Publicación N° 1, 201 pp., 1937. Río de Janeiro, Brasil.

22.—ROSSI, MARIO S.

"Forrajicultura". — Centro de Estudiantes de Agronomía F.U.B.A., 1942. Buenos Aires, Argentina.

23.—SEMPLÉ, A. T., VINALL, H. N., ENLOW, C. R. and WOOWARD, T. C.

"A Pasture Handbook". — United States Department of Agriculture, Miscellaneous Publication N° 194, 90 pp., 1940. Washington, D. C., U.S.A.

24.—STAFFE, A. J.

"Contribución a la Solución de algunos problemas de la Ganadería en el Departamento de Bolívar". — Multilith del Ministerio de Agricultura, 351 pp., 1957. Bogotá, Colombia.

25.—VELEZ, ISMAEL y VAN OVERBECK, JOHANNES.

"Plantas indeseables en los Cultivos Tropicales (Basado en Material de Puerto Rico)". — Editorial Universitaria, 497 pp., 1950. Río Piedras, Puerto Rico.

¹ Este capítulo se ha reproducido de una obra del autor, escrita en 1941(4).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA (NO CITADA)

- 1.—BAILEY, E.H.S. HERBERT S.
"Food Products, their Source, Chemistry and Use". — 1920, Philadelphia, U.S.A.
- 2.—BURKART, ARTURO
"Estudio sistemático sobre las Leguminosas Hedisáreas de la República Argentina y Adyacentes". — (Tomado de "DARWINIA", Tomo III, págs. 117-302, N° 2)., 1939. Buenos Aires, Argentina.
- 3.—DE JUSSIEU, ANDRE
"Botanique". — 1870, París, Francia.
- 4.—LEMME, ALBERT
"Dictionaire Descriptif et Synonymique des Genres de Plantes Phanerogames". — 6 volúmenes, 1929. Brest, Francia.
- 5.—MORRISON, FRANK B.
"Feed and Feeding". — The Morrison Publishing Company, 1207 pp., 1951. Ithaca, N. Y., U.S.A.
- 6.—PITTIER, H.
"Clave analítica de las Familias de las Plantas Superiores en América Tropical". — Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela, Tipografía Americana, 94 pp., 1939. Caracas, Venezuela.
- 7.—ROBINSON, D. H.
"Good Grassland". — English University Press Ltd., 181 pp., 1947 Londres, Inglaterra.
- 8.—ROBBINS, WILFRED W.
"Botany of Crop Plants". — Blackiston's Son & Company, 639 pp., 1931. Philadelphia, U.S.A.
- 9.—VAN TIEGHEN, PH. et COSTANTIN
"Elements de Botanique". — 1918. París, Francia.
- 10.—WOOWARD, T. E., SHEPHERD, J. B. and HEIN, M. A.
"The Hohenheim System in the Management of Permanent Pastures for Dairy Cattle". — United States Department of Agriculture, Technical Bulletin, N° 660, 34 pp., 1938. Washington, D. C. U.S.A.



SUGESTIONES PARA EL PROGRESO DE LA BOTANICA

E. J. H. CORNER

del Jardín Botánico de Singapur

Hay ciertos estudios como el que ahora reproducimos del "Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales" (Nº 71, 1948), que tienen un valor universal permanente. Este capítulo, traducido por los distinguidos científicos Tobías Lasser y Harry Corothie, merece la lectura cuidadosa de nuestros botánicos. Trata de los siguientes problemas: Falta de conocimiento acerca de las plantas fanerógamas tropicales. Destrucción sin paralelo. Urgente necesidad de reservas naturales. "Floras" no adecuadas. Cuartel general de botánica en el trópico. Enciclopedia botánica. Consejo a los botánicos jóvenes.

N. de la D.

Cuando fui a la Malaya como micólogo, recibí la impresión de que el estudio de las plantas fanerógamas estaba muy avanzado y de que por medio de observaciones casuales, había poco que añadir. Yo me dediqué al estudio de los hongos. Pero, ¿quién se puede especializar rodeado por tal vegetación? Los mismos árboles inspiran. Encontré en la selva tal número de bellos frutos, tanta variedad de ganchos y garfios, cortezas y raíces respiratorias, tantas formas curiosas de crecimiento, hojas inmensas y absurdos ecológicos, acerca de los cuales yo nunca había leído en botánica general, que fui impulsado hacia las plantas fanerógamas. Revisé las "Floras" y el herbario, pero ni encontré mención de ellos en los libros ni pude encontrar en el herbario especímenes con que identificarlos. Poco a poco, muy lentamente, me di cuenta del verdadero y completo significado de "hortus siccus". Estos raros especímenes del reino vegetal, tan abundantes, eran conocidos principalmente a través de especímenes ya secos, descritos por personas de tierras distantes, quienes jamás habían visto el fulgor del trópico y mucho menos sentido su gran hábito vital. Las "floras" habían sido compiladas de fragmentos de plantas enormes, que cupieran en estantes, y dichos fragmentos habían sido coleccionados en su mayor parte durante apresuradas expediciones; y de plantas accesibles y comúnmente en flor; mientras que un vislumbre de la apariencia de la planta viva, provenía de especímenes precoces en los invernaderos. ¿Podría ser científico describir un árbol de una ramita seca o tratar de estudiar palmeras sobre papel? ¿Qué podríamos saber acerca de las gimnospermas, por ejemplo, de tal material?

Muchas explicaciones pueden darse con respecto a esta triste situación, pero ninguna es adecuada en el mundo moderno. En los países templados, líderes de la botánica, los sistemáticos de la flora tropical todavía guardan sus tipos corroídos, basan especies sobre un solo espécimen, hierven flores solitarias y se quedan perplejos ante la presencia de masas pequeñas ennegrecidas, como naranjas mohosas, para escribir monografías sobre familias basándose sobre unos pocos haces de dicho material; mientras que en los trópicos se quemar cientos de miles de estas mismas plantas. En los

últimos veinte o treinta años se debe haber destruido botánicamente más selva virgen —tala completa, extracciones, inaccesibilidad por razón de propiedad, mejoras y conversiones, para emplear términos de departamento— que en ninguna otra generación y botánicamente, ¿con qué beneficio? Y aquí está el temor que me persigue y que me ha hecho cambiar el microscopio por el telescopio, la navaja por el hacha, la trulla por la llave inglesa, y a mirar hacia arriba en lugar de hacia abajo. Temo que toda la selva virgen de las tierras bajas del trópico sea destruida antes de que la botánica despierte: aun nuestros hijos puede que nunca vean los objetos que causan nuestra alegría y los cuales no hemos protegido en su desaparición. Sólo se necesita oír una vez el sonido del hacha y el estruendo en los claros de los bosques, el enmudecimiento de los pájaros y de los monos, y el crujir de las llamas para saber que Artemis ha huído y Plutón empieza a reinar. Sin embargo, tan barato es el verde manto de la tierra que, al costo del día de fiesta de un director, podría intervenir una institución botánica y enriquecer cien veces más su valor: en Malaya se conceden permisos para cortar y quemar toda la madera de un acre de bosque virgen por \$ 3.00.

Yo vi esta devastación poco tiempo después de haber llegado a Singapur. Ella significaba la desaparición de la última área de selva pantanosa de la isla, y siempre me he reprochado mi ignorancia, pues es la más rara región boscosa que todavía persiste y la menos conocida. Pero lo que ocurrió es nada comparado con los miles de acres que han desaparecido del continente, debido al enajenamiento o conversión de las llamadas reservas forestales que, botánicamente, no son sino el almacenamiento de unas pocas maderas disponibles: mucha de esta destrucción se debe al control descuidado o corrompido, sin previsión para el futuro. Como oficial de un jardín botánico tropical, vi que era mi deber estudiar los árboles en pie y las otras plantas que estaban más seriamente amenazadas por la destrucción, antes de que ellas fueran relegadas a zonas inaccesibles, y tratar de mantener verdaderas reservas de bosques originales cerca de las poblaciones grandes, y en las reservas de los ingenieros forestales al lado de sus construcciones: también era un deber educar a la gente del país para que cuidaran de este patrimonio. En pocos años, cambié la micología académica por una necesidad urgente y, en 1932, empecé "Wayside Trees of Malaya" como una introducción a la naturaleza. Tardé ocho años en completarlo. La larga dilación para un trabajo tan elemental se debió a un obstáculo que es el próximo problema. Encontré que los trabajos botánicos existentes no eran adecuados para mi propósito y que yo tenía que estudiar cada árbol por mi cuenta (más de 900 especies comunes) para escribir descripciones correctas. Esta falla de la botánica sistemática es poco percibida como real pero, debe ser universal en los trópicos y seguramente se le presentará a otros, por lo que trataré de explicar las principales dificultades.

1. *Ignorancia de los caracteres vegetativos.* Árboles y otras plantas grandes inaccesibles como palmeras, lianas, trepadoras, etc., son reconocidas primeramente por su forma, color general y corteza: luego por hojas caídas, frutos y plantas de semillero; y por último por las flores que, siendo las partes menos frecuentes, son rara vez vistas. La botánica sistemática invierte este procedimiento, exigiendo flores y frutos antes que hojas, y rara vez menciona las partes primordiales excepto en el caso de árboles bien conocidos. El resultado es que durante la mayor parte del año, cuando no tienen flores, estas plantas dominantes no pueden ser identificadas. Algunos árboles no florecen sino cada tres o cuatro años y en ciertos casos en intervalos mucho más largos. Se está poniendo de moda también, separar géneros y familias y aún especies y en esta forma imposibilitar su identificación "en el campo", v. gr: *Cesalpiniáceas* y *Mimosáceas*, separadas de las *Leguminosas*, y el nuevo género de *Quercus*. Pero el motivo por el cual la botánica sistemática no ha tratado de proveer claves útiles para la identificación de las plantas dominantes de los bosques tropicales, lo que debe ser el propósito de las "floras" no lo puedo comprender excepto como una separación de la teoría de los hechos de la naturaleza, verificada en un escritorio en el Hortus siccus. Los ingenieros forestales se dan cuenta de esto y por eso los pocos trabajos publicados por ellos son más útiles que las "floras" de uso común. Parece que las claves no basadas sobre la estructura de las flores son consideradas artificiales y por lo tanto no propias de un trabajo científico. Este punto de vista, insisto, es completamente equivocado; no es el procedimiento científico, y es la causa del estancamiento académico del sistema de Linneo, basado en hierbas. Reconocemos perfectamente bien que los caracteres vegetativos nos sirven de criterio no sólo con respecto a especies y a géneros, sino también con respecto a familias, clases y tribus, v. g.: las hojas de los musgos, helechos, Gimnospermas y Monocotiledóneas. Y la experiencia práctica en el bosque pronto nos capacita a distinguir muchos géneros y familias de las Fanerógamas sólo por la apariencia de la corteza, tronco, ramificaciones y follaje. Desgraciadamente, los sistemáticos que se sirven de especímenes secos rara vez han tenido que afrontar los verdaderos problemas de la identificación de plantas en el trópico; y en sus sabias elucubraciones han elaborado la clasificación floral, la cual puede ser más artificial que una clasificación basada sobre caracteres vegetativos. De esta manera, ocurre que prácticamente toda "flora" tropical es fundamentalmente inadecuada a la materia, puesto que en la práctica es imposible identificar con ellas más de un árbol por cada mil de los que se encuentran en el bosque: esto no sólo desanima al aspirante, aumentando sus dificultades, sino que expone a sus autores al ridículo de la ignorancia. Como principio en la flora tropical, los caracteres florales nunca deberían ser usados en claves y los de las frutas sólo cuando son obvios. Si todas las especies de árboles en Malaya (algunos 3.000) fueran reunidos, no habría ninguna dificultad en ver las diferencias de carácter vegetativo, salvo algunas pocas excepciones: lo mismo pasaría con las palmeras, epífitas, trepadoras y arbustos. Para que un libro sobre árboles tropicales tenga éxito debe estar basado sobre conocimiento práctico en el campo.

Nota: los importantes caracteres vegetativos, tan universalmente desdeñados, deben ser detalladamente ilus-

trados. No existe una razón a priori para considerar la estructura de las flores más fundamental que las otras partes de la planta, lo cual puede ser demostrado por los hechos siguientes:

a) Estas familias (para mencionar las más conocidas) se distinguen inmediatamente por sus caracteres vegetativos: *Coníferas*, *Cicadáceas*, *Casuarináceas*, *Palmáceas*, *Pandanáceas*, *Aráceas*, *Gramíneas*, *Musáceas*, *Marantáceas*, *Zingiberáceas*, *Orquidáceas*, *Dioscoreáceas*, *Dilleniáceas*, *Magnoliáceas*, *Menispermáceas*, *Anonáceas*, *Miristicáceas*, *Gutíferas* (en Malaya), *Dipterocarpaceas*, *Ilicáceas*, *Rizoforáceas*, *Leguminosas*, *Begoniáceas*, *Podostemonáceas*, *Cactáceas*, *Ampelidáceas*, *Cucurbitáceas*, *Umbelíferas*, *Araliáceas*, *Rubiáceas*, *Ebenáceas*, *Sapotáceas* (en Malaya).

Probablemente pocos botánicos han analizado las flores de *Casuarina* o *Quercus* para identificarlos, lo cual demuestra lo artificial y académico que son las claves de la botánica sistemática.

b) En Malaya, muchas otras familias (*Burseráceas*, *Meliáceas*, *Sapindáceas*, *Esterculiáceas*, *Moráceas*) pueden ser identificadas de esta manera y muchos géneros también (*Garcinia*, *Calophyllum*, *Cratoxylon*, *Ouratea*, *Antidesma*, *Baccaurea*, *Phyllanthus sensu lato*, *Aquilaria*, *Mangifera*, *Dialium*, *Dipterocarpus*, *Horsfieldia*, *Quercus sensu lato*, *Alstonia*, *Dyera*, *Terminalia*, *Elaeocarpus*). Cualquiera día, por lo tanto, se pueden identificar las especies por el tronco y las hojas desprendidas. La corteza es el único carácter que distingue los *Ficus* de *Artocarpus*, cuando estériles.

c) En contraste, el sistema floral no ofrece ninguna característica constante para muchas de las grandes familias, v. g.: *Leguminosas*, *Euforbiáceas*, *Meliáceas*, *Sapindáceas*, *Rubiáceas*, *Esterculiáceas*, *Gutíferas* y *Moráceas*. En casi todos los casos, los caracteres vegetativos son tan de confiar como los reproductivos y generalmente menos variables, v. g.: las *Burseráceas* y las *Anacardiáceas* de hojas pinnadas para las cuales Engler se basó en el óvulo.

d) El sistema reproductivo ha resultado en las siguientes agrupaciones artificiales: *Polipétalas*, *Simpétalas*, *Apétalas*, *Arquiclamídeas*, *Metaclamídeas*, *Parietales*, *Geraniales*, etc. Varios géneros de las *Mimosáceas* tienen flores simpétalas con el tubo de la corola tan elegante como el de las *Compuestas*, de modo que es imposible identificarlas en los sistemas y "claves naturales" corrientes. Muy por el contrario, muchas *Simpétalas* son prácticamente polipétalas (*Mirsináceas*, *Oleáceas*, *Ericáceas*). Las *Ilicáceas* y las *Ciriláceas* tienen corolas casi exactamente similares, profundamente partidas, o angostamente simpétalas, pero las *Ilicáceas* son *Polipétalas* y las *Ciriláceas* se colocan a menudo al lado de las *Ericáceas*. Muchas *Polipétalas* son apétalas (*Saraca*, *Sterculia*) y muchas apétalas son polipétalas (*Jatropha* y otras *Euforbiáceas* similares). Las *Cucurbitáceas*, *Teáceas* y *Malváceas* son completamente anómalas en tales sistemas. Las divisiones de Engler, propuestas como mejoramientos, son más difíciles de trabajar, v. g. *Parietales* con placentación axilar.

Está generalmente aprobado que un sistema basado sobre un solo grupo de caracteres no es natural. Los caracteres reproductivos y vegetativos son ambos importantes, pero en la práctica, el herbario requiere los re-

productivos o florales y el campo requiere los vegetativos. Como un ejemplo donde los dos armonizan, me referiré a *Eugenia* que es muy difícil de subdividir en el herbario, pero cuya corteza tiene características muy diferentes que hasta ahora no han sido tomadas en cuenta: el herbario separa perfectamente bien árboles con cortezas casi idénticas y una vez que esta semejanza se encuentra en el bosque, la evolución de las especies puede ser percibida, como en el grupo natural de *E. papillosa*, *E. oleina* y *E. spicata* con su corteza de color naranja y escamosa.

Desgraciadamente los sistemáticos han creado un círculo vicioso. Como necesitan de flores para trabajar sus claves, no estimulan la colección de frutos, para no mencionar los capullos, la corteza, la madera, la resina, las raíces, etc., y por lo tanto se encuentran inhabilitados para acumular material que mejorará sus sistemas. La madera se entrega a los forestales, y la corteza se envía al departamento de farmacología en vez de descansar al lado del microscopio en el escritorio del sistemático. Si al principio es inevitable, esta división de trabajo requiere síntesis.

2. *Descripción ambigua.* El trabajo en el herbario hace resaltar caracteres que no se pueden observar en la planta viva y omite muchos más que no se pueden estudiar en el espécimen seco. Por esta razón es imposible comprender la descripción común de "pubescencia marrón", pues muchas de las vellosidades se convierten de blanco en marrón durante el proceso de secamiento (*Ophiorrhiza*, *Ficus*, Lauráceas): relativamente hablando, pocas plantas vivas tienen pubescencia marrón y empleado en esta forma restringida, dicho carácter es de lo más útil. Por otra parte, las nerviaciones pueden ser invisibles en una hoja viva, y una hoja viva puede ser característicamente glauca, mientras que el espécimen seco es verdoso, marrón o negruzco, de acuerdo con su edad y con la manera y estado de preservación, v. g.: las hojas de tabaco. Si se copian previas descripciones, he encontrado que en más de la mitad de los casos se vuelven a repetir errores absurdos, v. g.: hojas amarillas, marrones, o negras, o nerviaciones inconspicuas (cuando pueden ser amarillas en una hoja verde oscuro); y particularmente, hojas alternas cuando están dispuestas en espiral. Además, el tamaño de la mayoría de las flores y de los frutos, cuando secos, no corresponden con el de los frutos verdes, v. g.: una rosa seca o una banana.

Nota: La confusión en la botánica sistemática que resulta del estudio de especímenes que han sido prensados, entre hojas alternas y hojas espiralmente dispuestas es sumamente bochornoso y demuestra una comprensión nula de la planta, v. g.: *Mangifera* "hojas alternas".

Hojas dispuestas en espiral ocurren en ramas que se dirigen directamente hacia arriba y que siguen, por así decirlo, los rayos de luz que penetran el bosque, y tales árboles tienen su follaje en espirales, v. g.: *Mangifera*, *Barringtonia*, *Palaquium*, *Palauma*, *Dillenia*, *Tristania* y casi todos los árboles con hojas doblemente pinnadas. Hojas alternas, colocadas en dos filas, ocurren por el contrario en ramas horizontales que cruzan los rayos de luz y éstas —goce del artista— constituyen el follaje de árboles más modernos (*Fagus*, *Tilia*, *Cassia* y *Cannarium*). El hábito puede ser casi distintivo de fami-

lias, como en las hojas pinnadas, dispuestas en espiral, de las Meliáceas, Burseráceas, Anacardiáceas, Eucasalpinióideas y Mimosáceas, en contraste con las hojas pinnadas alternas de la mayoría de las Papilionáceas, *Cassiae* y *Amherstieae*: o todavía, las hojas simples dispuestas en espiral de las Dileniáceas, Eleocarpáceas, Esterculiáceas y Sapotáceas, comparadas con las hojas alternas de las Anonáceas, Miristicáceas y Ebenáceas. En otros casos, resulta ser genérico, subgenérico, o aún específico, y entonces árboles cercanamente relacionados tienen formas llamativamente diferentes, v. g.: *Eugenia*, *Terminalia*, *Symplocos*, *Sapium*, *Litsea*.

Ahora bien, siendo que el ramaje horizontal puede estar constituido de hojas alternas (Anonáceas), hojas dispuestas en espiral con pecíolos desplazados (*Litsea*) o de hojas opuestas con internodios torcidos (*Eugenia*) o de hojas superiores reprimidas (*Randia*, *Argostemma*, *Geunisia*, *Sonerila*) y espirales ascendentes pueden resultar de hojas dispuestas en espiral, decusativas y verticiladas (*Alstonia*, *Dyeria*), es obvio que necesitamos nuevos términos para definir estos dos extremos de constitución de follaje. Yo sugiero que se empleen los términos de "follaje aplanado" y "follaje ascendente": así, por ejemplo, en las Lecitidáceas:

follaje aplanado: *Lecythis*, *Bertholletia*

follaje ascendente: *Gustavia*, *Couroupita*, *Barringtonia*.

Como complicaciones, *Fragraea fragrans* (Loganiácea) tiene follaje ascendente en ramas colgantes como las de un sauce, pero *Pterocarpus indicus* (Papilionácea) tiene follaje aplanado, mientras que arbolitos de *Cassia* tienen follaje aplanado en ramas ascendentes. Y tenemos el fenómeno de la ramificación de *Terminalia* que produce espirales cortos de follaje ascendente en un sistema de ramificación aplanado de manera de que desde un plano superior se ve una carpeta de hojas y desde el suelo, el esqueleto de soporte de las ramas; y estos sistemas de ramificación, estando dispuestos en series sobre el tronco, dan la extraña impresión de lo que he denominado árboles-pagoda, v. g.: *Terminalia*, *Sterculia*, *Elaeocarpus*, *Ceiba*, *Alstonia*, *Palaquium*, *Alseodaphne*.

Realmente necesitamos una geometría sólida de las formas de los árboles con el fin de demostrar cómo los sistemas con crecimiento apical y ramificaciones axilares, afianzados a la tierra y ostentando follaje, ocupan espacio.

3. *Sinonimia.* El aislamiento político de los botánicos de los países tropicales vecinos y de los sistemáticos de países templados trabajando con las floras tropicales adyacentes ha introducido una enorme y agobiadora sinonimia. Todavía queda por hacer una vasta cantidad de trabajo eliminatorio antes de que las plantas comunes de la región Indo-Malaya (desde la India hasta la Queensland tropical, desde el sur de China hasta Christmas Island) tengan sus correctos nombres botánicos: sin embargo, no hay nada que exaspere más a los botánicos, profesionales o aficionados, que un libro con nomenclatura incorrecta. De esta manera encontré que los nombres botánicos de muchos de los árboles comunes de Malaya tenían que ser cambiados por sinónimos de mayor antigüedad. Este trabajo se hace aún más confuso para el botánico debido a la tendencia moderna de separar géneros geográficamente, v. g.: *Ormosia* y *Afrormosia*, *Carapa* y *Xylocarpus*. El resultado de esto es que los botánicos del trópico prefieren emplear los

nombres vernaculares en vez de los dudosos nombres botánicos y de esta manera revelan una posición absurda en la sistemática científica.

4. *Error*. Un defecto muy grave y muy común de las "floras" tropicales existentes ha resultado de la costumbre de copiar caracteres de familia y genéricos de otros trabajos sin antes hacer una cuidadosa definición de la flora en referencia. Por esta razón, frecuentemente las plantas comunes no tienen los caracteres de familia, v. g.: Malváceas, clasificadas como Polipétalas con el simpétalo *Hibiscus* como su miembro más corriente, o Euforbiáceas clasificadas como Apétalas con *Jatropha* que tiene 5 pétalos. Como principio en nuestro presente estado de conocimiento, el copiar otros trabajos debería ser evitado, pues esto implica un cambio en el texto al cual las palabras originales pueden ser escasamente aplicadas o no aplicables.

De esta forma, contrariamente a mi creencia original, encontré que el trabajo sistemático sobre las fanerógamas de Malaya si no de Asia, era incompleto y de poca confianza y tan inadecuado a la identificación y estudio de las plantas vivas que nada podía ser aceptado sin verificación personal. El trabajo introductorio, libro semipopular sobre los árboles comunes que tuvo que ser precedido de cerca de 300 páginas de botánica sistemática (Gard. Bull., S. S., 1939-1940), me trajo a conciencia lo que debo llamar el enorme fraude de la botánica tropical.

Para el beneficio de otros que en una forma similar pueden ser desanimados por la grandeza de tantas familias y géneros desconocidos, y por consiguiente disuadidos de hacer contribuciones a esta rama de la botánica, que tanto las necesita, diría que los nombres indican por la mayor parte una masa de material imperfectamente escudriñado, gran parte del cual no es botánico, y que esperan refinamiento por aquellos que pueden estudiar las plantas vivas. Para llevar la botánica tropical al presente nivel de la botánica de los países templados, se necesitan en los trópicos cien veces más botánicos que los que el mundo haya jamás conocido.

Nota: Pocos, si alguno, de los términos macroscópicos de la sistemática pueden ser interpretados microscópicamente, como lo requiere la botánica moderna. Por ejemplo, "hojas coriáceas" pueden implicar cutícula gruesa, paredes epidermales gruesas, hipodermis, esclerenquima, mesofilo grueso u otro rasgo microscópico que causa un endurecimiento de las hojas. Y "semillas rojas" puede referirse a las envolturas axilares, testales, o placentales. De la misma manera, "estambres abundantes" coloca a *Paonia* con estambres desarrollados centrífugamente en las Ranunculáceas que tienen estambres desarrollados centrípetamente, en vez de en las Dileniáceas con estambres centrífugos. Vemos, pues, que la sistemática está todavía al nivel del lente de mano y que la tendencia es dejar al sistemático en el herbario al nivel Linneano y transferir al anatomista, con el microscopio moderno, al laboratorio. El sistemático viene a ser envuelto en el mismo círculo vicioso. Los microscopistas tienden a justificar sus laboratorios con la elaboración de "técnicas" especiales y el sistemático está todavía más apartado del instrumento que él más necesita: sólo el microscopio puede hacer de la sistemática una ciencia verdadera.

El botánico educado en un país de la zona templada, al residenciarse en el trópico, tiene que aprender a

desaprender su instrucción especial. Las plantas son "sangre fría", como la mayoría de los animales, y por lo tanto son más activos en los climas cálidos y tienen allí que evolucionar a formas más complejas. La botánica nació y se desarrolló en los climas templados con su estación de invierno y por eso los textos generales omiten la mayoría de las plantas que no experimentan el letargo invernal.

Tiene principios aceptados que para el botánico del trópico deben aparecer como fenómenos secundarios: por ejemplo, la anemofilia de *Quercus* y de otros árboles con flores diminutas, el éxito de las Compuestas como las fanerógamas de más alta evolución, el valor de las grandes flores coloreadas para la polinización por insectos (*Gentiana* comparada con la entomófila *Macaranga* con sus diminutas flores verdes). La importancia del ser ecológico, lo primitivo de las Ranunculáceas y de las Alismatáceas, y el hábito decidido de árboles que no son tropicales. Para el botánico del trópico, la anemofilia es rara y significa menos actividad de parte de los insectos: las Compuestas son insignificantes y no pueden competir con la masa dominante de la vegetación tropical: cualquier partícula aromática atraerá a un insecto; el sere es trivial en un continente de bosques, a menos que la evolución sea el sere del futuro; ninguna hierba puede ser primitiva: hay, específica y genéricamente hablando, más árboles deciduos en las selvas pluviales tropicales que en los bosques deciduos de la zona templada. Así, también, uno cree que *Cycas*, *Gnetum*, *Agathis*, *Gleichenia*, *Dipteris*, *Angiapteris*, *Helminthostachys*, *Marsilea* y *Lycopodium cernuum* son curiosidades raras, de la misma manera que la colocación del extenso y variado *Podocarpus*, o conífera sin conos, se ha considerado junto con el monotípico género *Taxus*. Ninguna otra ciencia depende tanto de su material tropical como la botánica, ni siquiera la zoología, pues el organismo heterotrófico no se alimenta directamente sobre la luz, y, por lo tanto, debido a la negligencia de su aspecto tropical no hay ninguna otra ciencia que esté tan poco desarrollada. Como principio, toda materia de botánica debería ser estudiada desde su aspecto tropical no especializado si ha de tener su propio fondo científico. No importa que sea fisiológica, morfológica, citológica, ecológica, o sistemática. Por ejemplo, la citología de los cereales debe tener como fondo la citología de los bambúes, así como su morfología; y la existencia de muchos mecanismos xerófilos, como capas resinosas, tomentosas densas, hábito geófilo, deciduidad, espinosidades, etc., en pantanos tropicales de agua fresca, deben ser considerados en la evolución de las formas-habitat de la planta.

La moderna expansión de la civilización ha hecho de la larga y peligrosa expedición a los trópicos una cosa del pasado. Debemos prever y organizar el desarrollo bajo todos los aspectos de la botánica en institutos tropicales. Inmediatamente tenemos que confrontar el problema de la escasez de libros, pues sin libros, no puede haber ciencia y la ausencia de ellos es la mayor dificultad para el científico del trópico. Hay que afrontar el problema y vencerlo.

Primeramente, no hay razón por la cual el trabajo de investigación sea detenido porque el botánico no pueda consultar previas investigaciones; y la prioridad no impide la búsqueda de la verdad.

El hecho de que trabajos anteriores no se consiguen en más de la mitad del mundo, sólo prueba que se necesitan más publicaciones y que los botánicos residentes en los trópicos deben elaborar una nueva literatura sobre la botánica tropical. Cuántas investigaciones originales han quedado inéditas por esta razón, no se puede adivinar, pero ciertamente esto ha sido una gran pérdida. Uno debe, por consiguiente, aconsejar a los jóvenes botánicos que sin vergüenza o timidez alguna encaren la situación e ignoren, por necesidad, lo que no pueden obtener de bibliotecas lejanas, no por culpa de ellos. Buenas descripciones y dibujos grandes y detallados de casi todas las plantas tropicales, hechos de modelos vivos, particularmente en detalle microscópico, se necesitan en todas partes y una investigación independientemente repetida es inevitable y de desearse, especialmente si es fisiológica, para la fundación del conocimiento.

En segundo lugar, esta última guerra mundial ha destruido tantas bibliotecas y colecciones que seguramente es tiempo de hacer un inventario de lo que nos queda y de reorganizar las bases de la botánica. Pocos podrán consultar los antiguos manuscritos, libros y especímenes tipo. Esto obliga a la botánica, por lo tanto, a preparar monografías que sean ampliamente descriptivas, históricas, teóricas, con referencias y comparaciones e ilustradas con copias de todo buen dibujo que haya sido publicado. Así, pues, toda materia puede ser traída, dentro de límites razonables, hasta la fecha, como la base para nuevos conocimientos, y de esta manera una nueva institución podrá adquirir tal enciclopedia botánica como el núcleo de su biblioteca, en vez de esperar las oportunidades para comprar a precios elevados libros raros de poca utilidad general. Además, lo que no se encuentra en la enciclopedia puede considerarse como desconocido y por lo tanto adecuado para publicación. La labor de preparar dicha enciclopedia puede parecer enorme, pero no puede exceder la energía consumida anualmente, en su suma total, por botánicos en todas partes del mundo "escudriñando y descubriendo referencias". Esta, sugiero, es la contribución que las grandes bibliotecas botánicas deberían hacer ahora a su ciencia; dejando de hacerlo, serán seguramente ignoradas y todo el conocimiento que encierran será acaparado.

Al revelar algunos defectos de la botánica, espero haber demostrado cómo debería progresar en la reconstrucción del mundo que está para empezar.

1. Existe la urgente necesidad de coleccionar no sólo "material sistemático" seco, sino también material anatómico, con detalladas descripciones de campo, y si posible, fotografías o pinturas de los lugares donde el bosque está siendo talado.

2. Hay la necesidad urgente de preservar al bosque tropical, particularmente el de las tierras bajas, en gran-

des reservas naturales en todos los países tropicales, libres de cualquier explotación comercial como industrias madereras, minas, caza, etc. Si la ciencia es universal, los botánicos deberían cooperar en la preservación del todavía maravilloso patrimonio de los bosques tropicales.

3. Se necesita un mayor número de botánicos y de investigadores en los institutos tropicales existentes. Y debería ser posible para estos botánicos, si así lo desean, regresar a los institutos de la zona templada.

4. El número de jardines botánicos en los trópicos debería ser aumentado y se debería estimular mejores relaciones, sobre todo en el préstamo e intercambio de personal. Es muy posible ignorar el hecho de que la botánica incluye las ciencias forestales, la horticultura, y la mayor parte de la agricultura. Un jardín botánico es generalmente considerado una extensión innecesaria, lo cual se refleja en la disminución de personal. En realidad, el jardín botánico es el paralelo tropical del Departamento de Botánica de una universidad de los países templados; tuvo su nacimiento y creció antes de que se sintiera la necesidad de una universidad y asemeja, por lo tanto, el museo tropical que es el paralelo zoológico-etnográfico de las escuelas de zoología, anatomía, antropología, etc.

5. Una enciclopedia botánica se requiere con el fin de extender el conocimiento sobre la faz de la tierra.

A los jóvenes botánicos de los trópicos ofrezco el consejo que me dio A. H. Church, de la Universidad de Oxford: "Dibuje todo, tome fotografías de todo, anote todo". Ninguno puede tener éxito a menos que tenga tal intención de acumular a través de los años información personal para pensamientos más maduros. Tanto sucede en el trópico en tan corto tiempo que la mayoría termina antes de que pueda ser percibido, y sólo a través de la observación repetida y de visitas continuas a los mismos lugares puede uno empezar a comprender lo que está ocurriendo. En particular, uno debería estudiar tejidos vivos con el microscopio y quedar satisfecho sólo con descripciones que son microscópicas: árboles y palmeras, al igual que las algas, deberían ser concebidos en términos de células. Así uno permanece al tanto de mucho que es fácilmente olvidado, por ejemplo, de la posición y naturaleza de los pigmentos, el desarrollo de parenquima, la abundancia de taninos, la rápida respiración de los tejidos, la actividad de los llamados núcleos en descanso de las células adultas, y las funciones de la epidermis. Si se cortan secciones y se observan bajo el microscopio binocular, se pueden sentir los tejidos a medida que se van seccionando y se pueden percibir las funciones mecánicas de la planta. Por último, no se puede comprender ninguna estructura a menos que se conozca su desarrollo: embriología u organogenia, es la raíz de la biología.

ORLANDO FALS BORDA

Director del Departamento de Sociología
de la Universidad Nacional, Exdirector del
Ministerio de Agricultura.

La reforma agraria es, en estos momentos, una inquietud panamericana, inquietud que suele resolverse en proyectos al margen del hombre. Naturalmente estas soluciones, por artificiales, pueden aumentar los problemas en lugar de resolverlos. Esto significa que el estudio del hombre, de su habitat y de sus costumbres debe anteceder a las reformas agrarias. En el Seminario Internacional dedicado a los problemas de la tierra, reunido en Montevideo, en diciembre del año pasado, pronunció el doctor ORLANDO FALS BORDA, como delegado de Colombia, una conferencia sobre la Función Social de la Propiedad y la Reforma Agraria. Los delegados de México y de Chile propusieron que el texto de la conferencia fuera presentado en forma de declaración de principios que pudieran adoptar todos los países de la América Latina. Esta determinación del Seminario, que honra a Colombia, no debe extrañarnos: Fals Borda es un sociólogo de alcurnia, conocedor de las gentes de la gleba, estudioso y autor de libros tan empapados de la misma vida, que ha podido realizarlos en la práctica, coma en ese ensayo comunal de SAUCIO, al norte de Cundinamarca. Y es que Fals Borda no es un sociólogo teórico; él ha ido por estas tierras de Colombia auscultando el dolor de los siervos de la tierra.

La Dirección de esta Revista ha querido dar realce a las tesis del doctor Fals Borda, reproduciendo su conferencia en Montevideo y la Ley 20 de 1959, por la cual se inicia en firme nuestra reforma agraria.

La famosa definición aristotélica de que la política es el arte de gobernar, ha venido sufriendo sustanciales modificaciones con el correr del tiempo. Quizás la más importante fue la concepción lincolniana de la democracia como el gobierno del pueblo, por el pueblo y para el pueblo. No vamos a decir aquí que en Colombia se esté realizando a cabalidad este difícil ideal. Pero sí deseamos sostener que se pretende gobernar con todos y para todos, siguiendo un curso de serenidad y equilibrio. No es otro el sentido del gobierno bi-partidista que tenemos —una experiencia única en la historia del país y quizás de América—, ni otro el afán de sus dirigentes y de la nación en general.

Dentro de los graves problemas de que ha venido adoleciendo el país, ninguno es tan importante como el de la tierra. Las masas campesinas de Colombia han venido sufriendo intenso malestar debido a la falta de equidad en la distribución de la tierra, los abusos de los propietarios con los aparceros, la baja productividad y por ende la miseria y la ignorancia que han servido para mantener explotados y subyugados a los hombres del surco y del azadón. Es un problema que no puede ser ignorado y que si se pretendiera olvidar resucitaría como una pesadilla en el sueño de los dirigentes. Es un problema que debe ser resuelto lo más pronto posible, porque el pueblo puede cansarse de esperar el cumplimiento de promesas y explotar de manera incontrolable.

Trataré de analizar ante ustedes este complejo problema, con el desinterés y la confianza que produce una reunión de técnicos y colegas. En ello seguiré la pauta más aconsejable: sin demagogia ni aspavientos, observar fríamente los fenómenos, investigarlos y demarcar el curso por seguir. Este será un curso que convenga a la República, no importa los intereses creados que puedan afectarse. Si como lo he definido en ocasión anterior, en el ideal del bienestar colectivo se basa el concepto de la función social de la propiedad, no sobra destacar, por lo tanto, que la política nacional de tierras se dirige precisamente a conseguir que las haciendas, los fundos y las parcelas cumplan la función que se espera de ellas para el progreso y el bienestar de la colectividad.

Aunque en Colombia se habla mucho de la "reforma agraria", la mayoría de las gentes entiende que no puede haber ninguna ley que por sí sola cree la reforma en la estructura agraria, especialmente en la tenencia. Como lo he sostenido en mi libro sobre este tema, titulado "El hombre y la tierra en Boyacá", no se necesita de una ley sino de una serie de disposiciones que permitan llegar a la meta de la reforma agraria con los menores traumatismos posibles. La meta es, como todos lo sabemos, el mejoramiento del nivel de vida y la edificación de las gentes campesinas, así como el aumento de los recursos de que disponen, como un acto de justicia social. En Colombia perseguimos una reforma agraria gradual con efecto a corto plazo que, si bien exija la

subdivisión del latifundio, no vaya a crear minifundios anti-económicos; que si quiebra el gamonalismo terrateniente no cree el manzanillismo provinciano; que si quita a unos para entregar a otros no sea como despojo que lleve a la irresponsabilidad en el manejo de la cosa entregada. Buscamos corregir los seculares defectos de la estructura agraria en tal forma que se llegue a una nueva, mediante una evolución racional, evitando el despilfarro de vidas y bienes que implicaría una solución drástica o violenta; y buscamos asimismo valorar el mejor de nuestros recursos que es el mismo campesino. Creemos que vamos por buen camino. Es probable que hayamos avanzado algo, no obstante la lentitud y el sumo cuidado exigidos por el hecho de que Colombia apenas empieza a recuperarse de una racha de violencia organizada y de guerrillas destructoras, así como de una dictadura.

Ahora bien, si en el curso de los eventos históricos se frustra este proceso evolutivo y la transformación toma las avenidas dramáticas de fuerza, ningún colombiano de sensibilidad y patriotismo podrá negar su concurso a la gesta y a la tarea de reedificación. Mas en lo que toca a nosotros, habremos salvado entonces nuestra responsabilidad como hombres de ciencia o como gobernantes.

Los problemas específicos de la reforma agraria o conectados con ella que deseo tratar, algunos de los cuales serán ampliados por mi compañero, el ingeniero agrónomo Guillermo Guerra, son los siguientes: la distribución de la propiedad; los arrendamientos rústicos; el registro y el deslinde de la propiedad rural; la productividad de la tierra y la capacitación del hombre; y la autonomía regional y la acción comunal. Estos son los pilares sobre los cuales descansa la política de reforma agraria del Gobierno Nacional.

EL PROBLEMA DE LA DISTRIBUCION DE LA PROPIEDAD

Hubo una época en Colombia cuando todos gritábamos: "Abajo los latifundios!" Y muchos de éstos fueron invadidos por las gentes o parcelados por el Gobierno. Todavía gritamos lo mismo, pues estamos convencidos de que deben terminarse los latifundios; pero la experiencia nos ha enseñado algunas cosas de importancia acerca de la forma de hacerlo. Con pocas y honrosas excepciones, el resultado de las simples parcelaciones e invasiones no ha sido edificante para los campesinos que hambrientos de tierras ocuparon esperanzados los fundos de otros: la miseria y la ignorancia los han seguido acompañando. La solución no parece radicar en la simple entrega de un pedazo de tierra. Así se había hecho ya durante el siglo XIX cuando se parcelaron los resguardos de indígenas para dizque hacer de éstos ciudadanos completos, con el resultado de que muchos de ellos vendieron por precios irrisorios los lotes que les correspondieron en los repartos, o fueron engañados, quedando como siervos de la gleba.

No hay duda de que existe una mala distribución de la propiedad en Colombia. El 5 por ciento de los propietarios ocupan el 45 por ciento de la tierra declarada, mientras que el 95 por ciento de los propietarios sólo cuenta con el 55 por ciento de la tierra. El gobierno nacional, consciente de este problema, ha empezado una activa política de colonización y parcelaciones, por medio de la Ley 20 del presente año. Según las definiciones colombianas, mediante la colonización se incorporan nuevas tierras por la ocupación de baldíos nacionales estratégicamente localizados, y por medio de la parcelación se compran o exproprian haciendas particulares para ser subdivididas. La agencia encargada de llevar a cabo esta política es la Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero, que cuenta para hacerlo con el 10 por ciento de los ahorros depositados en los bancos del país. Ya está parcelando cuatro haciendas y acaba de recibir baldíos colonizables por 700.000 hectáreas.

Se ha comprendido que esto no es más que un paliativo, y que medidas más directas son necesarias. Hacia este fin se dirigen los esfuerzos legislativos del momento, que buscan una redistribución de la propiedad y un descenso en el valor comercial de la tierra. Así se estudian dos proyectos, uno de los cuales exige un impuesto territorial nacional equivalente al 2 por ciento del valor de la propiedad sobre predios que valgan más de una determinada suma, medida extraordinaria si se recuerda que en Colombia los impuestos sobre la tierra han sido irrisorios. El otro proyecto se basa en la progresividad del gravamen sobre una renta presunta de la propiedad. En ambos casos el impuesto es deducible del impuesto sobre la renta y complementarios. Con estas medidas se espera que los latifundios improductivos se terminen en pocos años, porque no podrán resistir el peso de los impuestos a menos que se dediquen a producir las tierras con eficiencia, saliendo buena parte de ellas al mercado. Y lo que es quizás más importante, con parte del recaudo es posible que se refuercen económicamente las comunidades rurales y se financien los proyectos de acción comunal de que hablaré más adelante. Y queda aún, por supuesto, el recurso de la expropiación por el Estado o la reversión al Estado de tierras baldías no aprovechadas u ocupadas, a lo que me referiré en su lugar.

Para complementar estas medidas y acelerar el proceso de redistribución de la propiedad, el Gobierno va a presentar en estos días un proyecto de ley por la cual se limita el tamaño de las propiedades que puede tener una persona, limitando asimismo lo que puede transmitir por herencia. Esta medida obligará a muchos propietarios a parcelar o a vender tierras excedentes, ayudando a aliviar la presión por la tierra.

El propietario de mentalidad feudal ha recibido y seguirá recibiendo las sanciones que merece, como podrá ampliarlo en la sección sobre arrendamientos rústicos. Pero también se está prestando atención, como se debe, a su contraparte igualmente improductiva, el minifundio. En Colombia ha venido ocurriendo un intenso proceso de atomización de la propiedad, especialmente mediante la herencia partible y las compraventas entre pequeños propietarios, que ha llevado a la creación de fincas de las que el campesino no alcanza a derivar su subsistencia. Como un primer paso hacia la solución de este problema, el Gobierno está fijando un tamaño mínimo de la propiedad, por debajo del cual nadie podrá ni vender ni heredar; los coherederos desplazados reciben la parte que les corresponde mediante créditos concedidos por el Estado. Por ahora se ha fijado este tamaño en tres hectáreas, que afectaría alrededor de 300.000 propietarios; dentro de cinco años el tamaño mínimo será de cinco hectáreas.

Igualmente, estamos preocupados por el problema de la fragmentación, es decir, por aquel fenómeno que presentan las explotaciones o fincas compuestas por lotes separados físicamente (no es la atomización con la cual muchos se confunden). Aunque este problema no ha adquirido en Colombia la complejidad y seriedad que tiene en España, Suiza, Alemania o Francia, donde el campesino gasta hasta un tercio del año viajando solamente de un lote a otro, ya empieza a evidenciarse como algo de importancia. Hay fincas fragmentadas en diversas regiones de Colombia que tienen más de 30 lotes separados. El plan del Gobierno es estudiar estas regiones desde el punto de vista agrícola y catastral con el fin de consolidar las explotaciones, de ser posible, en no más de tres lotes para cada propietario afectado, según el piso térmico para permitir así una variedad de productos agrícolas y pecuarios.

Al mismo tiempo que el Estado auspicia la ocupación de baldíos nacionales mediante un programa de colonización dirigida, está ocurriendo en Colombia un intenso movimiento colonizador espontáneo que se está dirigiendo a todos los intersticios dejados en vertientes, valles y llanuras por previas olas de ocupantes. Ya en este recinto se ha hecho referencia a la raza antioqueña y su recio impulso colonizador. Hoy han seguido el ejemplo los santandereanos, los boyacenses, los

cundinamarqueses, los vallecaucanos, los huilenses y hasta los nariñenses. Miles de colombianos se están desparramando por el territorio patrio, tumbando montaña y buscando nuevos horizontes. Varias compañías y empresas de colonización se han formado. El Gobierno se ha estado preocupando por estas empresas que vienen a revivir una dinámica tradición colombiana, tratando de defenderlas de latifundistas asustentistas que nunca han blandido el hacha y que sólo presentan, como excusa para tomar la propiedad, un simple título concedido a veces por las autoridades coloniales. El Gobierno trata igualmente de ayudarlas mediante el crédito, la asistencia técnica y la construcción de caminos, especialmente en las áreas previamente azotadas por la violencia política.

Para facilitar la formación de propiedades, el Ministerio de Agricultura ha destacado cuatro comisiones de adjudicación de baldíos que en forma gratuita hacen el reconocimiento de los predios y diligencian los títulos para el colono. No hay duda de que estas comisiones son insuficientes ante la magnitud del problema. A algunas de estas comisiones les ha tocado resolver cuestiones difíciles, como la titulación de las islas y los playones del río Magdalena, que pertenecen a los agricultores pobres, por ley.

Con esta fórmula que he pretendido explicar, el Gobierno colombiano trata de resolver el grave problema de la distribución de la tierra en el país.

EL PROBLEMA DE LOS ARRENDAMIENTOS RUSTICOS

Colombia es un país donde la tierra es sumamente costosa. Este es un fenómeno económico e histórico que se debe en buena parte a la antigua tendencia de considerar a la tierra como un refugio para el capital. Asimismo, los arrendamientos en muchos lugares son excesivos, y los contratos entre aparceros y propietarios no sólo son leoninos sino que en muchos casos recuerdan los tiempos señoriales de la colonia.

El Estado no ha podido ignorar estas situaciones aberrantes que van en contra de la integridad del labriego y del bienestar y progreso colectivos. Así como defiende al propietario eficiente, considera su deber velar para que éste no abuse de sus trabajadores y subordinados agrícolas. En especial ya se han tomado medidas para corregir la situación que sufre el aparcerero del tabaco, exigiendo que las ganancias se repartan según los aportes. Igual principio aparece en un proyecto de ley sobre arrendamientos rústicos de carácter general, presentado al Congreso Nacional. Además, este proyecto establece que ningún arrendamiento podrá exceder del 12 por ciento del valor declarado de la propiedad, y se está buscando ampliar el plazo del arrendamiento a cuatro o cinco años a voluntad del arrendatario, para asegurar la estabilidad de la tenencia y fomentar un mejor uso de la tierra.

Comprendemos que estas medidas son insuficientes; pero pueden constituir un buen comienzo. Precisamente, se está estudiando la legislación de otros países para adoptar sanos principios al respecto. De todos modos, la difusión de las leyes laborales nacionales entre los campesinos ya es un hecho, hasta el punto de que éstos están exigiendo todas las prebendas de que gozan los obreros urbanos. Estas leyes, unas de las más avanzadas del mundo, han servido para regularizar las relaciones laborales en el campo y para despertar en los agricultores el sentido de su identidad social.

EL REGISTRO Y DESLINDE DE LA PROPIEDAD RURAL

De nada vale parcelar tierras y conceder títulos si el registro y el deslinde de la propiedad son defectuosos. Este es un importante aspecto de la reforma agraria que por lo general se olvida dentro de los grandes planes gubernamentales, y que ha sido ampliamente discutido por el profesor Smith aquí presente.

En Colombia, como en casi todos los países americanos, los fundos rurales se deslindan por medio de piedras y marcas diversas y límites arcifinios que son indeterminados e impermanentes. Muchos conflictos, algunos sangrientos, se originan anualmente debido a estos linderos, así como al hecho de que las descripciones en los instrumentos públicos son confusas e imprecisas. El proceso mismo del registro es duplicatorio y desordenado. Si este caos y tal confusión no se corrigen, causan entre los colonos y propietarios un nefasto estado de inseguridad.

Por todas estas razones el Gobierno colombiano ha tomado medidas para presentar al Congreso un proyecto de ley que empiece a corregir tan graves y seculares males, prestando especial atención a las áreas de nueva colonización. Deseamos implantar un método moderno de concesión de baldíos, con base en el sistema astronómico rectangular y mediante la utilización de aerofografías, así como un sis-

tema simplificado y eficiente de registro de la propiedad rural en todo el país. Al mismo tiempo queremos hacer el inventario de las tierras nacionales, para saber exactamente donde están, estudiarlas y dirigir la colonización hacia ellas. Esta es una tarea ingente que tomará muchos años; pero que es indispensable si queremos evitar que los males que acarrea nuestro actual sistema de alinderamiento y registro se extienda a las tierras nuevas.

Por fortuna contamos con una entidad especializada que tiene a su cargo la tarea de hacer la carta, el catastro técnico y la clasificación de los suelos: el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Las labores de este Instituto se cuentan entre las mejores del hemisferio, aunque no hayan cubierto sino una parte pequeña del país. Con sucesivos e intensificados aportes del Gobierno, el Instituto Geográfico podrá cumplir con las tareas básicas a él encomendadas dentro de los próximos ocho años.

EL PROBLEMA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA Y LA CAPACITACION DEL HOMBRE

El esfuerzo gubernamental se ha dirigido no solo a crear propietarios, sino mejores propietarios que sepan cumplir con la función social. Por eso se ha tomado en cuenta la productividad de la tierra y la capacitación del campesino como el elemento activo de la educación hombre-tierra. Esta es una parte muy esencial de toda reforma agraria.

Colombia dio en 1936 un paso extraordinario hacia una nueva definición del concepto de la propiedad y de su función social, mediante la expedición de la ley 200, a la cual hice referencia en una intervención anterior. Según esta ley, debe ser propietario solo el que trabaja la tierra, el que la explota económicamente; y dejó consagrado que los baldíos no pueden concederse por prescripción ni conservarse sino solo por ocupación de hecho y explotación agrícola o pecuaria. Si alguna persona no cumple con estos requisitos, su propiedad revierte al Estado.

Desgraciadamente se cometieron errores en la reglamentación de la ley 200 y se cancelaron los útiles juzgados de tierra que ordenaba, en tal forma que no pudo entrar en pleno vigor. Pero sirvió para dar mayor conciencia al país en cuanto al uso que debe darse a la tierra. Estos mismos principios quedaron consagrados en forma más técnica en el Decreto 290 de 1957, que exige a los propietarios sembrar determinados porcentajes de sus tierras según el tipo del suelo. Esta sola posibilidad, así como otros factores, ha inducido a numerosos grandes propietarios a cultivar tierras antes no incorporadas a la producción, en tal forma que Colombia en solo dos años ha conseguido la autosuficiencia en algodón y cebada, y otros productos agrícolas acusan un aumento pronunciado.

Como útil complemento de esta última disposición, el Congreso Nacional aprobó en marzo del presente año la Ley 20, uno de cuyos artículos permite la expropiación de las tierras con fines de parcelación si sus propietarios no la están cultivando o utilizando según reglamentaciones generales expedidas por el Ministerio de Agricultura. Esta es una fórmula útil porque obliga a un mejor aprovechamiento de la tierra y brinda al Estado una herramienta para promover una redistribución de tierras. La indemnización queda limitada a no más del 30 por ciento por encima del valor declarado en el catastro fiscal.

Como no puede haber aumento de la productividad sin buenas semillas y sin el conocimiento de mejores prácticas agrícolas y pecuarias, el Gobierno ha organizado varias granjas de investigación, una de las cuales, la de Tibaitatá, está considerada entre las mejores del mundo en cultivos de tierra fría. De aquí ha salido un gran número de nuevas variedades e híbridos de trigo, cebada, papa, avena, maíz y otros productos que al distribuirse entre los agricultores les han dado mayores rendimientos y por ende mayores ganancias. Igualmente, la mecanización agrícola ha recibido decidido impulso mediante una coordinación entre instituciones gubernamentales. Para facilitar la introducción de herramientas y equipos entre los pequeños y medianos propietarios, que los lleve a mejores sistemas agrícolas, el Ministerio de Agricultura ha financiado el diseño, la fabricación y el ensayo de aparatos superiores y económicos, en algunos de los cuales han intervenido directamente los propios campesinos, y que han empezado a desplazar sus arcaicas y deficientes herramientas.

Para guiar y asistir a los cultivadores en todos estos empeños y en el mejoramiento de su nivel de vida, ha sido del especial interés del

Ministerio de Agricultura prestar atención a la extensión agrícola. Al respectivo departamento administrativo se le han estado dando mayores atribuciones y recursos. Actualmente hay 40 oficinas de extensión del Ministerio repartidas por todo el país, y su ejemplo ha cundido a varias instituciones semifijas que también han organizado sus propios servicios de extensión, con los respectivos agrónomos, prácticos, directores de clubes juveniles y mejoradores del hogar rural.

La distribución y comercialización de los productos agrícolas se están controlando cada vez con mayor eficiencia mediante la intervención de una agencia gubernamental especializada, el Instituto Nacional de Abastecimientos, que fija precios equitativos tanto para el agricultor como para el consumidor. Aunque tal sea la meta, no es posible por ahora eliminar de un tajo a los intermediarios particulares, porque en las presentes circunstancias ellos están cumpliendo mal que bien una necesaria función en la distribución de los productos que aún no puede desempeñar a plenitud el Estado. De todos modos, creemos que con la labor de la agencia mencionada, con una campaña de educación del campesino sobre información de precios y mercados, con el crédito supervisado y con el fomento de cooperativas verdaderas de agricultores (de las cuales ya hay varias funcionando con el estímulo del Ministerio de Agricultura y la Caja de Crédito Agrario), se podrá ajustar aún más este importante factor en la estructura agraria nacional.

EL PROBLEMA DE LA AUTONOMIA REGIONAL Y LA ACCION COMUNAL

Pero qué no se detiene el esfuerzo de capacitación del hombre del campo que debe ser la meta primordial de una genuina reforma agraria. El Gobierno colombiano y muchas agencias semi-oficiales y privadas están prestando atención al proceso de desarrollo integral de comunidades rurales, considerando también la posibilidad de conceder mayor autonomía administrativa a los municipios y vecindarios. Con este objeto se planea dedicar una parte de los recaudos del nuevo impuesto territorial nacional a los tesoros municipales, para que éstos se responsabilicen de los servicios locales tales como escuelas, caminos, mercados, electricidad y acueductos. Un aspecto interesante de este plan es la posibilidad que ofrece de combinar el impuesto con los requerimientos sociales de la acción comunal, en tal forma que el nivel de vida de las gentes rurales suba rápidamente.

Con el proceso de acción comunal se busca que las gentes campesinas descubran sus propios problemas y se organicen cívicamente para resolverlos con sus propios medios y con el estímulo y el apoyo del Estado. Por este proceso se descubren y desarrollan los verdaderos líderes locales, estimulando a todas las gentes para que superen su condición social y económica. Ya tuve ocasión de mostrar a uno de los grupos de trabajo de este Seminario una colección de transparencias describiendo cómo se construyó una escuela en la pequeña "vereda" o vecindario de Saucio en Colombia, mediante la acción comunal. Cabe destacar ahora que el impulso dado a aquel vecindario lo ha llevado a organizar una cooperativa agrícola gobernada por los propios campesinos, con grande éxito. Ejemplos como éste animaron al Gobierno a dictar el decreto N° 1427 del presente año, que sienta las bases para una campaña de acción comunal de amplitud nacional.

Para poder llevar a cabo estos proyectos, es necesario tener fe en el campesino y confianza en sus fuerzas y talentos. Esta es la gran esperanza de nuestros países: que el campesino no es en realidad torpe ni estúpido como se ha dado en creer y que por lo mismo constituye la mejor de nuestras reservas. Toda reforma agraria debe dirigirse hacia este hombre del campo que por tantos siglos ha sido menospreciado y explotado, para levantarlo.

He aquí la grave y grande responsabilidad de las clases dirigentes de América de las cuales todos nosotros constituimos una muestra. De lo que hagamos con el campesino depende el bienestar y el progreso de toda nuestra sociedad. ¿Será posible fomentar entre los dirigentes un altruismo dinámico y realista? ¿O se recluirán las clases dominantes en sus olimpos y parnasos pensando que la tormenta no las tocará? La decisión es de vital importancia. Si este campesino, al levantarse del surco al que está actualmente aborregado por la ignorancia y la miseria, nos fustiga con las cadenas que ha roto, de nosotros y sólo de nosotros será la culpa. Ya no hay dudas de que esto pueda suceder. Antes que volver atrás o detener el reloj de la historia —tarea fútil cuanto cruenta—, tratemos de llevar por canales constructivos toda la energía y la decisión que se desatan como torrentes con la reforma agraria.

CÓMO SE INICIA LA REFORMA AGRARIA

LEY 20 DE 1959

por la cual se autoriza a la Caja Colombiana de Ahorros y a las Cajas y Secciones de Ahorros de los Bancos establecidos en el país para desarrollar programas de parcelación y se dictan otras disposiciones.

El Congreso de Colombia

DECRETA:

Artículo 1º La Caja Colombiana de Ahorros de la Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero, y las Cajas y Secciones de Ahorros de los Bancos establecidos o que se establezcan en el país invertirán el 10% de sus depósitos de ahorros en la ejecución de programas de parcelación de tierras, que se ajusten a las finalidades y condiciones de que tratan los artículos siguientes.

Parágrafo 1º Las Cajas y Secciones de Ahorros particulares podrán invertir el 10% a que se refiere este artículo, si lo prefieren, en bonos de la Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero, o en préstamos con un interés del 6% y con un plazo hasta de diez (10) años a los institutos oficiales o semioficiales que incluyan entre sus actividades la realización de parcelaciones y colonizaciones, y para este fin exclusivamente.

Parágrafo 2º La Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero, podrá emitir bonos agrarios hasta de un 6% de interés anual y con un plazo hasta de diez (10) años, a efecto de que las Cajas de Ahorros y Secciones de Ahorros de los Bancos puedan hacer en ellos la inversión del 10% de que trata el artículo 1º de esta Ley, si así lo prefieren.

Artículo 2º Los programas de parcelación a que se refiere el artículo anterior tendrán las siguientes finalidades:

a) La radicación, en las mismas regiones o en otras adecuadas, de colonos y propietarios desplazados por sucesos de orden público en las zonas afectadas por la violencia.

b) La incorporación a la actividad agropecuaria de campesinos pobres que carezcan de tierras o la migración de quienes sean poseedores o propietarios de parcelas erosionadas, o antieconómicas por razón de su área, o que no sean aptas para labores productivas eficientes, a juicio del Ministerio de Agricultura.

c) La explotación intensiva de predios incultos, insuficientemente cultivados, o cultivados en forma inadecuada, es decir, sin sujeción a programas de carácter general previamente elaborados por el Ministerio de Agricultura, cuya violación haya sido advertida con anticipación al propietario.

d) En general, la conveniente distribución de la propiedad rural, a fin de aumentar el número de propietarios y la tecnificación y fomento de la industria agropecuaria.

Artículo 3º Decláranse de utilidad pública e interés social las parcelaciones a que se refiere esta Ley.

Por resolución ejecutiva originaria del Ministerio de Agricultura se determinará, en desarrollo del ordinal c) del artículo anterior, los predios que con tal objeto y mediante el procedimiento judicial y la indemnización correspondiente, puedan ser expropiados. El valor de esta indemnización no excederá de un treinta por ciento (30%) sobre el avalúo catastral en 31 de diciembre del año anterior a la iniciación del juicio de expropiación.

Parágrafo. Derógase el artículo 17 del Decreto legislativo 290 de 1957, que congló los avalúos catastrales en el país.

Artículo 4º Toda parcelación deberá ser precedida de estudios sobre la composición de los suelos, sobre la naturaleza de los cultivos aconsejables en el región, sobre suministro y distribución de aguas, accesibilidad a las vías de comunicación y a los centros de mercado, y los demás que sean necesarios para determinar la conveniencia económica y social del proyecto. Ninguna finca podrá adquirirse para las finalidades de esta Ley si estos estudios no son satisfactorios.

Artículo 5º Los programas de parcelaciones a que se refiere esta Ley se harán sobre las siguientes bases:

a) Extensiones de tierra explotables económicamente, con criterio integral.

b) Suministro de vivienda o de crédito para la adquisición de la misma.

c) Plazos razonables para el pago de las respectivas parcelas.

d) Interés no mayor del 8%.

e) Préstamos adicionales, cuando sean necesarios, para la financiación inicial de las fundaciones y de los cultivos. Los préstamos que se otorguen a los parcelarios podrán ser asegurados mediante garantías reales.

Artículo 6º Para el mejor éxito de las parcelaciones, las entidades que las adelanten podrán promover o aceptar la formación de cooperativas de producción y de distribución y venta, a fin de hacer factible para los parcelarios el empleo racional de maquinaria agrícola, la adopción de sistemas técnicos de trabajo, la conservación de los productos, el acceso directo a los compradores, y la obtención de precios remunerativos mediante la eliminación de los intermediarios inútiles.

Parágrafo. Las cooperativas así organizadas tendrán cupos especiales de crédito, presentarán los planes de acción a la aprobación de las entidades parceladoras y estarán sometidas a su control y vigilancia, sin perjuicio de las normas generales al respecto, por todo el tiempo en que ellas, o algunos de sus miembros, tengan deudas pendientes con las Cajas de Ahorros por la labor de parcelación o de organización. El Gobierno Nacional reglamentará la forma en que se ejercerán el control y la vigilancia.

Artículo 7º Las parcelaciones podrán realizarse también en terrenos baldíos de la Nación que se convendrán con el Ministerio de Agricultura, el cual entregará los títulos de propiedad a los parcelarios, si previamente ha aprobado los planos que se presenten a su consideración.

En este caso será obligatorio para las Cajas de Ahorros el establecimiento de las cooperativas previstas en el artículo que antecede, y habrán de otorgarles, además de los beneficios allí estatuidos, asistencia técnica, así como atender a la capacitación de su personal directivo y suministrarles prospectos de fomento.

Artículo 8º Los institutos u organismos descentralizados que desarrollen actividades agropecuarias prestarán asistencia técnica en la ejecución de los planes a que se refiere esta Ley.

Artículo 9º Los programas que hayan de adelantarse en virtud de los artículos anteriores requerirán la aprobación previa del Ministerio de Agricultura.

Artículo 10. Las inversiones forzosas de las Cajas y Secciones de Ahorros serán rebajadas proporcionalmente para cubrir el 10% de que habla el artículo 1º, salvo el encaje en efectivo, en forma que no se altere el porcentaje total de inversiones actualmente vigentes.

Artículo 11. El monto total de los depósitos que se hagan en las Cajas y Secciones de Ahorros al crédito de una persona natural o jurídica, en cualquier tiempo, no podrá exceder de veinte mil pesos (\$ 20.000.00) moneda legal.

Artículo 12. Las Cajas y Secciones de Ahorros podrán recibir depósitos de ahorros de instituciones religiosas, de beneficencia, de educación, de protección social o sociedades cooperativas, hasta un límite de treinta mil pesos (\$ 30.000.00) moneda legal. A la misma cuantía podrán ascender los depósitos a que se refiere el parágrafo 2º del artículo 10 de la Ley 46 de 1945.

Artículo 13. Elévese a tres mil pesos (\$ 3.000.00) moneda corriente, la cuantía de los saldos de ahorros de depositantes fallecidos que las Cajas y Secciones de Ahorros de establecimientos bancarios pueden entregar a las personas, en los casos y con las condiciones y consecuencias determinadas por el artículo 115 de la Ley 45 de 1923.

Artículo 14. Autorízase al Gobierno Nacional para enajenar, con el objeto de impulsar el desarrollo de la política de colonización y parcelaciones prevista en esta Ley, los predios rústicos que posea el Estado y que no sean necesarios para labores de investigación o de extensión agropecuarias.

Parágrafo 1º El Gobierno podrá destinar el producto de esas parcelaciones a obras o servicios que correspondan a las dependencias administrativas que actualmente manejen las propiedades a que se refiere este artículo, y tendrá la facultad para efectuar las operaciones de crédito o presupuestales, dentro de la dependencia administrativa beneficiada, que permitan la anticipación de tales obras y servicios cuando juzgue conveniente no someterlas a los ingresos periódicos derivados de las parcelaciones.

Parágrafo 2º Si alguna propiedad del Estado no fuere susceptible de parcelación conforme a conceptos técnicos del Ministerio de Agricultura, podrá ser enajenado de acuerdo con las normas del Código Fiscal.

Artículo 15. En los términos anteriores quedan modificados el artículo 115 de la Ley 45 de 1923, el artículo 10 de la Ley 46 de 1945, el artículo 9º del Decreto extraordinario número 1465 de 1953, y los Decretos números 515 de 1954, 2793 de 1955 y 355 de 1957, y derogadas las disposiciones contrarias a la presente Ley.

Artículo 16. Esta ley regirá desde su sanción y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

Dada en Bogotá, D. E., a once de mayo de mil novecientos cincuenta y nueve.

El Presidente del Senado,

ALVARO GOMEZ HURTADO

El Presidente de la Cámara de Representantes,

GUILLERMO MORA LONDOÑO

El Subsecretario del Senado,

Daniel Lorza Roldán

El Secretario General de la Cámara de Representantes,

Luis Alfonso Delgado

República de Colombia.—Gobierno Nacional.

Bogotá, D. E., catorce de mayo de mil novecientos cincuenta y nueve.

Publíquese y ejecútese.

ALBERTO LLERAS

El Ministro de Hacienda y Crédito Público,

Hernando Agudelo Villa

El Ministro de Minas y Petróleos, encargado del Despacho de Agricultura,

Alfredo Araújo Grau

JOSE IGNACIO RUIZ

Miembro de la Academia, Exdirector del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi".

"La Física general está en el estado de desarrollo en que se hallaba la Astronomía después de Kepler y antes de Newton: se conocen experimentalmente sus leyes, pero no han sido interpretadas correctamente".

Julio Garavito Armero.

La ciencia moderna, a medida que enriquece su acervo de conocimientos, va oscureciendo, en vez de aclarar, el enigma del Universo. Tiene razón el profesor Francisco Biosca cuando dice: "Nuestros conocimientos son cada vez mayores, pero poseemos ideas menos claras". Lo mismo Eddington cuando opina que "todo el trabajo que se ha hecho desde 1900 hasta nuestros días no es sino un trabajo de desmonte, de demolición". Ciertamente, de "demolición", con el objeto de levantar sobre cimientos más sólidos el nuevo edificio de la ciencia. Empero, dónde está el Arquitecto?

Hasta mediados del siglo XIX todo era claro, lógico, armonioso, con excepción de leves nubecillas. La óptica, la termodinámica, la electricidad, la química, la mecánica celeste, todas parecían asentarse sobre bases firmes. Especialmente la última que celebró, en 1846, el triunfo espectacular del descubrimiento de Neptuno, sobre el papel, por Leverrier, con base en las fórmulas de Newton.

"La materia es indestructible"; "el espacio es euclídeo"; "el espacio y el tiempo son absolutos"; "el éter, vehículo de la luz, colma el Universo y los espacios intermoleculares". Todo esto eran verdades no sujetas a discusión, unánime y apaciblemente aceptadas.

Empero, en la segunda mitad de dicho siglo comienza a ensombrecerse aquel tranquilo panorama. Las experiencias hechas por Fizeau (1851) sobre la velocidad de la luz no armonizan con los resultados obtenidos por Bradley, en 1727, cuando descubrió la aberración de la misma. Y el célebre experimento efectuado por Michelson y Morley, en 1879, para deducir la velocidad de traslación de la Tierra a través del éter, y repetido después muchas veces, está en aparente contradicción con las dos primeras conclusiones. El éter, ese misterioso elemento portador de la luz, inventado a la fuerza por los físicos, se comporta de manera bien diferente en cada uno de los tres casos. Con Bradley permanece inmóvil, con Fizeau se desliza parcialmente, y con Morley y Michelson se arrastra en forma total.

Mientras tanto, se precipitan en catarata hallazgos maravillosos. Planck descubre en sus laboratorios el cuanto elemental de acción que demuestra que la energía térmica radiante no es una corriente continua sino que fluye por medio de saltos. Se descubren el radium y la radioactividad, vale decir, la desintegración de la materia y la transmutación de la misma (sueño de los alquimistas!). Thomson comprueba que la electricidad es corpuscular y que la corriente eléctrica no es otra cosa que transporte de electrones. Se encuentra, asimismo, que el electrón (mínima carga eléctrica negativa unida a la mínima masa) es un elemento constitutivo de la materia y que las propiedades de ésta dependen, principalmente, del número y disposición de tales partículas.

Rutherford y Niels Bohr conciben entonces el átomo como un sistema planetario en miniatura, bella y poética concepción, digna de prevalecer, pero que ha encontrado tremendas dificultades y se está desvaneciendo, infortunadamente, en una verdadera niebla de hipótesis. Einstein plantea su trascendental ecuación $E=mc^2$ que gobierna la transformación de la materia en energía y que tan dolorosa comprobación tuvo en Hiroshima y Nagasaki hace tres lustros. Aplica el criterio de Planck a la luz y encuentra los fotones (quizá los verdaderos componentes de la materia...!).

Los físicos modernos, como del sombrero de copa de un prestidigitador de feria, siguen sacando de las entrañas del átomo partículas, subpartículas y antipartículas. La existencia de la antimateria, o del anti-universo, es ya un hecho comprobado. Los satélites y planetas artificiales envían a la Tierra sorprendentes informes. La documentación acumulada es inmensa, escalofriante. Sin embargo...

Y aquí podemos decir con nuestro grande y atormentado poeta:

...". Y, sin embargo,
nada sabemos hoy, hermano mío...
todo inquirir fracasa en el vacío,
cual fracasan los bólidos nocturnos
en el fondo del mar; toda pregunta
vuelve a nosotros trémula y fallida,
como del choque en el cantil fragoso
la flecha por el arco despedida...

Sin exageración puede afirmarse que estamos peor que en la época de San Agustín. Efectivamente, hace quince siglos el gran teólogo exclamaba: "¿Qué es el tiempo? Si no me lo preguntan lo sé; si lo quiero explicar no lo sé". Hoy día, aun cuando no nos lo pregunten, no sabemos qué es el tiempo, qué es el espacio, qué es la materia. Por ello dice, justificadamente, el Príncipe de Broglie, inventor de la mecánica ondulatoria; "Muchas cosas sabríamos si supiéramos qué es un rayo de luz".

Para formular una explicación del desacuerdo de las experiencias de Bradley, de Fizeau y de Michelson ("paradoja de la óptica matemática" que llamó Garavito), Albert Einstein lanza, en 1905, sobre el escenario universal de la ciencia, su desafiante teoría de la Relatividad. Doctrina abiertamente contraria a nuestra intuición y a lo que solemos llamar "sentido común"; pero que va ganando terreno día a día en la mente humana como consecuencia de importantes comprobaciones obtenidas en los laboratorios de física y en los observatorios astronómicos.

La Relatividad, generalizada por su autor en 1915, niega el carácter absoluto del espacio y del tiempo; considera la masa como una función de la velocidad; a ésta le pone un límite infranqueable, y sugiere la curvatura del espacio (finito pero indefinido) el cual ha de requerir para su estudio nuevas geometrías. Esta teoría, considerada por la Academia de Londres como "la creación más alta del espíritu humano" y que también cuenta con adversarios inteligentes y apasionados, explica, asimismo, varias anomalías encontradas en el campo gravitatorio (curvatura de los rayos de luz, movimiento irregular de la órbita de Mercurio etc.).

En nuestro escondido medio científico un ilustre físico y matemático de poderosa inteligencia, Julio Garavito Armero, figura cimera de la patria, comenzó a explicar, sin salirse del marco de la mecánica clásica, la manera de hacer concordar los resultados contradictorios. Empero, infortunadamente para la ciencia, le faltó la vida precisamente en el momento en que se iniciaba la polémica mundial (año de 1920). El doctor Garavito dejó escritos varios estudios fundamentales ("Teoría de la aberración de la luz" — "Nota sobre Óptica Matemática" — "La paradoja de la Óptica" — "Nota sobre la dinámica de los electrones") publicados y explicados inteligentemente —casi diríamos, agresivamente— por su fidelísimo discípulo y sucesor en la dirección del Observatorio Astronómico Nacional, el notable hombre de ciencia, doctor Jorge Alvarez Lleras. Puede afirmarse que Alvarez Lleras dedicó los últimos veinte años de su vida (de 1930 a 1950) a esta grave y noble tarea. Directamente, con su nombre, o por medio de los personajes de sus famosos diálogos (al estilo de los de Platón) combatió vehementemente, sin omitir la burla fina o el sarcasmo —y precisamente desde las páginas de esta Revista, fundada por él— las ideas novísimas. La enfermedad y la muerte lo sorprendieron en plena batalla intelectual.

En 1938 irrumpe en este convulsionado escenario de la Física el profesor Darío Roza Martínez con su monumental estudio titulado

"La entidad de la Física". Sorprendió con él a sus amigos y discípulos, pues, a pesar de que todos conocemos sus múltiples capacidades intelectuales, lo suponíamos dedicado a sus investigaciones cartográficas y astronómicas, bien en el Instituto Geográfico que se acababa de fundar o ya en su vieja cátedra de la Universidad Nacional. El doctor Rozo, graduado de Ingeniero Civil en 1909, fue el iniciador, pocos años después, desde su cargo de geodesta del Estado Mayor General del Ejército (puesto adquirido por concurso), de los levantamientos cartográficos de precisión en Colombia. En seguida, como miembro de la famosa oficina de Longitudes del Ministerio de Relaciones Exteriores, y en compañía de Julio Garzón Nieto, de Justino Garavito, de Tomás Aparicio Vásquez, de Belisario Ruiz Wilches, de Daniel Ortega Ricaurte (historiador y astrónomo) y de otros eminentes ingenieros, colaboró eficazmente en el levantamiento del mapa de la República. Como miembro, asimismo, de diversas Comisiones Internacionales de Límites, fue demarcador, sobre el propio terreno (selvas inhóspitas, ríos salvajes etc.), de la mayor parte del perímetro patrio. A su regreso a Bogotá, en 1936, ayudó a dar al Instituto Geográfico sus primeros pasos. Ruiz Wilches, Aparicio y Rozo formaron por derecho propio la trinidad mayor de dicho Centro. El doctor Rozo profundizó, entonces, sus conocimientos cartográficos y pulió la obra que ya traía escrita sobre Física Matemática. Obra que quizá fue meditada mientras viajaba en canoa por las interminables y peligrosas cintas de agua de las lejanas fronteras, o bajo la copa de una ceiba gigantesca, al estilo de Buda, en nuestra hilea amazónica. (También, como Pérez Triana, escribió acerca de estos viajes su emocionante relato "Del Pacífico al Atlántico por la región ecuatorial de América", lleno de agudas observaciones patrióticas y científicas).

"La Entidad de la Física" y los varios escritos conexos con el tema, publicados a lo largo de varios números de esta misma Revista de la Academia de Ciencias, son un atrevidísimo y original estudio hecho por el doctor Rozo sobre los fascinantes problemas de la Física contemporánea. Nuestro compatriota forma al lado de la escuela einsteniana, tratando de armonizarla en algunos puntos con la clásica, para hacer ver que se complementan. Con el simple auxilio de las matemáticas corrientes deduce las fórmulas de la Relatividad, suponiendo, eso sí, la variabilidad de la masa por el influjo de la velocidad que la anima. Es interesante leer lo que el propio profesor escribe sobre las circunstancias que influyeron en su ánimo para dedicarse con amor a estas arduas cuestiones:

"La primera (dice el doctor Rozo refiriéndose a sus actividades matemáticas) tuvo su origen en los inesperados comentarios que se hacían con respecto al arrastre del éter y que parecían contestados por un joven sabio que comenzaba a figurar entre los científicos europeos: me refiero en particular a la tremenda conmoción que produjeron en el mundo las extrañas teorías de Einstein, que entre nosotros fueron rechazadas por todos los que habían estudiado mecánica racional; yo, en cambio, me propuse estudiarlas para ver si las entendía o no. Era muy difícil aceptar como fundamento de ellas lo que traían los escritos de vulgarización de la teoría einsteniana que consistía en aceptar el acortamiento de las longitudes por causa del movimiento y en el mismo sentido de este y la consiguiente variación del tiempo por la misma causa; entre las consecuencias de la teoría se preconizaba en primer término el "espacio-tiempo"; al meditar en esto me acordé de un problema que me había propuesto y que era el de definir la serie de horas que marcaría un reloj al efectuarse la superposición rigurosa de los dos punteros; no lo pude resolver por medio de la consideración de ángulos o de minutos, tuve que acudir a las velocidades angulares; entonces caí en la cuenta de que la velocidad correspondía matemáticamente al concepto de "espacio-tiempo" y que era la entidad que podía manejarse en las fórmulas. Sobre este concepto se me presentó la consideración del teorema de la composición de velocidades, de donde se pudo deducir la relación que deben guardar las energías cuando no afectan a la masa como coeficiente, entidad que me permití designar con el nombre de protoenergía y que es la definida por una velocidad al cuadrado. De los conceptos de mecánica clásica se pudo deducir que la relación de dos protoenergías corresponde al concepto de masa. Después teniendo en cuenta la dependencia entre tiempo y espacio, considerando al uno como función del otro, se dedujo de la expresión de la energía el teorema de la cantidad de movimiento bajo una forma nueva de la que es necesario deducir la variabilidad de la masa en relación con la velocidad de que está dotada, y luego por una simple relación de caminos recorridos con masa variable y con masa invariable, se encuentran las fórmulas de Einstein para el espacio y para el tiempo exactamente en la misma forma dada a conocer por el sabio".

"Otro asunto de importancia es el establecimiento del principio de que los artificios matemáticos introducidos en los procesos para hallar las fórmulas que interpretan fenómenos físicos, correspondan a comportamientos de la naturaleza".

"Otra deducción interesante encontrada en mis estudios, es la que demuestra la equivalencia rigurosa entre una capa esférica de electricidad en un corpúsculo y el electrón giratorio de Bohr, el que tanto ha hecho progresar en el conocimiento del átomo, pero que obliga a prescindir de los fenómenos electromagnéticos de la electricidad en movimiento y que se han querido evadir asimilando a una probabilidad la posición del electrón giratorio lo que ha conducido a imaginar una especie de niebla eléctrica que envuelve el átomo; todo esto se puede solucionar con la hipótesis de una capa continua de electricidad, esférica en su forma, y regularizada por el principio de los cuantos de Planck".

El profesor colombiano supone que el movimiento tiene existencia absoluta y que la velocidad puede considerarse independientemente de la materia. Encuentra que el cuadrado de la velocidad es una entidad mecánica sui géneris que se identifica con el potencial del campo newtoniano. Admite que "en ausencia de masas el espacio puede considerarse como un campo de potencial uniforme de la forma V^2 , lo que corresponde al espacio-tiempo. De donde resulta que el espacio es posibilidad de movimiento y es energía; además, es la fuente de toda energía. Demuestra que son idénticos los procesos electrostáticos y los gravitacionales lo cual le permite establecer un modelo de átomo como el de Bohr, reemplazando los electrones "puntiformes" por condensadores esféricos. Explica la razón de los cuantos y de los números atómicos y el hecho de que estos sean enteros, lo mismo que la generación de la materia desde el punto de vista matemático. Y, asimismo, elegantemente, el porqué de otros fenómenos físicos observados.

Algunos han tachado varias de sus fórmulas de antihomogéneas y caprichosas y hasta han llegado a sugerir que hay prestidigitación matemática (lo mismo que se ha dicho de Einstein). Jorge Alvarez Lleras encontró el trabajo del doctor Rozo "como una de las síntesis más completas que hasta ahora se hayan escrito en el campo de la Física Moderna" e impecables los desarrollos matemáticos. No así los principios en que tales desarrollos se fundan (existencia de movimiento sin cuerpo móvil, categoría de entidad nueva para el cuadrado de la velocidad etc.) que pugnan —dice el doctor Alvarez Lleras— con el concepto espontáneo y simple de las cosas¹. Y, en su "Último diálogo de Platón" (1940) hace decir cosas tremendas a varios de sus personajes imaginarios, contra los innovadores de los principios de la Física. Pero debe recordarse que Alvarez Lleras representó hasta el último momento de su vida a la escuela clásica. Y se rasgaba violentamente las vestiduras ante los iconoclastas. En este caso las sagradas imágenes eran las de Galileo y Newton.

En mi modesto sentir, una de las objeciones más poderosas que se han hecho a la teoría de la Relatividad es la del profesor italiano Gaetano Ivaldi cuando, al analizar la clase de ligamentos existentes entre la materia ponderable y el éter y refiriéndose a los experimentos cruciales de Bradley, Fizeau y Morley, dice: "No es cierto que lo que resulte verdadero en un caso particular debe admitirse sin excepciones como verdadero en general, porque podemos incurrir en graves errores".

Ciertamente, el vehículo de la luz "trabaja", digámoslo así, en condiciones harto diferentes en cada una de las tres célebres experiencias: el fenómeno de aberración se produce en los abiertos espacios interestelares; el experimento de Fizeau se realiza a través de microscópicos caminos intermoleculares; y, por último, el de Michelson y Morley tiene lugar en una delgada capa de éter adherida a la tierra.

En todo caso los trabajos del doctor Rozo son de la más alta jerarquía intelectual y merecen ser estudiados a fondo por los especialistas en Física Matemática. Son una oportuna contribución de nuestro estudioso compatriota a la solución del rompecabezas de la Física actual y quizá un camino hacia la interpretación integral del Universo. Las leyes de esta ciencia, como dice Julio Garavito, se conocen experimentalmente, pero falta su interpretación correcta. ¿Podrá dar esta anhelada interpretación la Mecánica de Galileo y Newton? ¿O estará el triunfo

¹ La atrevida hipótesis de que la Tierra gira, lanzada por Pitágoras, cinco siglos antes de Cristo, también escandalizó a los antiguos. Lo mismo a los modernos cuando fue repetida 20 siglos después por Copérnico y Galileo.

reservado a la Relatividad, que tan brillantes y espectaculares comprobaciones ha obtenido?

La era espacial ha abierto, en nuestro modesto habitáculo, una ventana sobre el ancho panorama del Cosmos. El hombre está lanzando sondas gigantes al espacio (planetas y satélites artificiales provistos de instrumentos registradores) para arrancar el secreto de la enrarecida substancia que colma los ámbitos interplanetarios, y descubrir el origen y la naturaleza de los rayos cósmicos. Misteriosas emanaciones que pueden considerarse como lazo de unión entre las galaxias y los átomos, vale decir entre lo infinitamente grande y lo infinitamente pequeño.

Empero, simultáneamente, los sabios se inclinan afanosamente, provistos de potentísimos microscopios, sobre la materia desmenuzada para indagar cuáles son las leyes que gobiernan el mundo interatómico. Pudiera pensarse que es su intento descubrir por analogía las que rigen el Universo-Mundo, y medir el tamaño del Cosmos y su curvatura por la relación que tal vez exista entre estos valores y los correspondientes de un electrón o de un protón. En realidad ello es así. Algunos como Eddington y Schrodinger ya han suministrado fórmulas con este bello objetivo. Muy inexactas todavía, pero que perfeccionadas y confirmadas harán que resplandezca la suprema armonía reinante en la Naturaleza. Armonía ya proclamada por el pensamiento antiguo y que ahora los físicos están a punto de comprobar en el seno de sus laboratorios.

¿Cabe imaginar actividad más trascendental y subyugadora que esta acción combinada de filósofos, de matemáticos y de físicos en busca de la Verdad, de la suprema Verdad? ¿Qué somos? ¿Qué fuerzas nos impulsan? ¿Hacia dónde vamos? ¿Hasta dónde podríamos ir? Quizá se equivoquen "setenta veces siete veces". Aún así su labor es respetable y debe estimularse. Principalmente en esta joven América, que puede producir de un momento a otro el genio o el sabio que la liberte del estigma de tierra estéril para la Sabiduría o para el Arte.

Consolador y en grado sumo— es, pues, el saber que mientras la mayoría de nosotros solamente se afana por el pan cotidiano, haya en nuestra tierra un hombre de nevada cabeza socrática, parco en el hablar, de finos modales, abstraído, que revuelva incansablemente en la fragua de su cerebro cuestiones como éstas: ¿Qué es la materia? ¿Qué es antimateria? ¿Qué es el espacio? ¿Qué es el tiempo? ¿Qué

es la energía? ¿Es el espacio curvo? Si ello es así, ¿su curvatura es positiva o negativa? ¿Estuvo en expansión? ¿Está todavía? ¿Hasta cuál límite?

Ojalá las conclusiones a que llegue la ciencia satisfagan a nuestro espíritu. Porque si el espacio es curvo y de curvatura positiva estamos de hecho en una gigantesca cárcel. Sin posibilidad siquiera de mirar hacia otros espacios que muy bien pueden existir, pues los rayos visuales (geodésicas cerradas) al curvarse volverían, como el bumerang australiano, inmisericordemente hacia nosotros. Pero al parecer —quíralo Dios así— las geodésicas de nuestro espacio son parábolas o hipérbolas, es decir curvas abiertas hacia el píclago sideral, sin fronteras ni restricciones.

* * *

En el estudio "Historia del átomo nuclear y de los átomos artificiales" que se publica en la presente entrega, el profesor Rozo hace una hábil síntesis de la historia de las teorías que se han venido formulando sobre la constitución del átomo desde los antiguos griegos hasta nuestros días. Y anota cómo, en el momento presente, la dificultad principal estriba en escoger entre los numerosos modelos de átomo que se están presentando a la consideración de la Ciencia aquel que explique mejor el comportamiento del núcleo, ya que no hay uno solo que esté conforme con la totalidad de los fenómenos que se suceden dentro de él. Se ha llegado hasta suponer que el átomo (núcleo y electrones satélites) es un conjunto de probabilidades. "Todo esto, dice justificadamente nuestro profesor, pone de manifiesto que aún no se sabe a cabalidad cómo es el núcleo de los átomos". El científico colombiano explica con nuevos detalles su hipótesis (ya mencionada) de que el átomo está formado por condensadores esféricos concéntricos en los que los electrones (positivos o negativos) pueden extenderse hasta cubrirlos uniforme y totalmente. Los condensadores esféricos elementales se identifican así, matemáticamente, con las órbitas de Bohr.

Que esta hipótesis —armoniosa como la primitiva de Rutherford y Niels Bohr— suscite en nuestro ambiente (como dice el propio doctor Rozo) un renovado interés por esta clase de estudios. Y sea también considerada y discutida, añadimos nosotros, en amplia palestra, por físicos y matemáticos de otros meridianos y latitudes.



LA RESTAURACION DEL OBSERVATORIO
ASTRONOMICO DE SANTAFE DE BOGOTA

Bogotá, febrero 11 de 1960.

Señor Doctor

*Don ENRIQUE OTERO D'COSTA
ACADEMIA COLOMBIANA DE HISTORIA
LA CIUDAD.*

Muy distinguido doctor y amigo:

Parece que se está proyectando la restauración del Observatorio Astronómico de Santafé de Bogotá, obra que será recibida con afecto por todos los colombianos, ya que en esa fábrica no sólo tuvo su asiento la expedición Botánica de Mutis, sino que en su claustro se fraguó la emancipación.

Ocurre, sin embargo, que quienes están haciendo el proyecto piensan echar abajo el balcón que el doctor Jorge Alvarez Lleras instaló en el segundo piso, y que la mayoría de los visitantes, nacionales y extranjeros, encuentran armónico y adecuado a su arquitectura, con mayor razón, cuanto no modifica la estructura de sus líneas y sí presta servicios incalculables como biblioteca, servicio que puede pedirse al citado salón, ya que las funciones del Observatorio Astronómico están prestándose en el edificio construido para ese fin en la Ciudad Universitaria.

Por otra parte quien hizo instalar ese mueble, fue el doctor Jorge Alvarez Lleras, prócer que está vinculado a la historia de la ciencia colombiana, y que fue celoso conservador del Observatorio, que él defendió contra muchos asaltos de los bárbaros.

Yo conozco, doctor Otero D'Costa, sus virtudes cívicas, y sé que en la Academia de Historia contribuirá con sus luces, a que esa restauración del Observatorio no destruya el gratísimo recuerdo de Alvarez Lleras.

Soy su amigo y admirador,

*LUIS MARIA MURILLO
Director de la Revista.*

SE IMPONE LA CRUZ DE BOYACA A JOSE CUATRECASAS

(Acta de la sesión del 14 de diciembre de 1959)

Siendo las seis y media de la tarde del día 14 de diciembre de 1959, se dio comienzo a la sesión extraordinaria, dedicada a hacer entrega del Diploma y de la Orden de Boyacá que, en el Grado de Caballero, le fue concedida al científico Don José Cuatrecasas, por Decreto del Gobierno, del 17 de septiembre del mismo año.

A la reunión asistieron los siguientes Académicos: R. P. Jesús Emilio Ramírez S. J., Presidente de la Corporación; Académico Jorge Bejarano, Académico Leopoldo Guerra Portocarrero, Académico Erneste

tes en su mayoría al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional.

El Secretario dio lectura al Acta N° 76, la cual fue aprobada.

A continuación el R. P. Ramírez S. J., Presidente de la Academia, manifestó que la reunión estaba dedicada especialmente a hacer entrega de la Orden de Boyacá al distinguido científico español, profesor José Cuatrecasas. Que para la Academia era muy grato el poder cumplir esta comisión del Gobierno Nacional, por tratarse de un



JOSE CUATRECASAS

Guhl, Académico Luis López de Mesa, Académico Luis María Murillo, Académico Enrique Pérez Arbeláez, Académico Gustavo Peñy Zubieta, Académico Darío Rozo, Académico Sven Zethelius y Académico Hernando Franco, Secretario de la Academia.

Asistieron como invitados especiales, el Profesor José Cuatrecasas y su señora; el doctor Mario Laserna, Rector de la Universidad Nacional; el doctor Jaime Jaramillo Uribe, Secretario Académico de la Universidad; el doctor George Watterstone, Agregado Cultural de los Estados Unidos y un numeroso grupo de distinguidos invitados, pertenecien-

hombre de ciencia tan destacado como él y que le ha prestado a la nación eminentes servicios, dedicándole 28 años de su vida al estudio de la Botánica Colombiana. Terminó el Padre Ramírez su breve intervención, expresando sus agradecimientos al Académico Luis María Murillo, por la forma eficiente como contribuyó a la organización de este acto.

En seguida el Secretario de la Academia dio lectura a la comunicación emanada del Ministerio de Relaciones Exteriores, por medio de la cual se confiere la Cruz de Boyacá, en el Grado de Caballero,

al Profesor José Cuatrecasas, y se comisiona al excanciller Luis López de Mesa para hacer entrega del Diploma y de la insignia correspondiente.

Inmediatamente después habló el Académico Luis López de Mesa, quien comenzó manifestando que pocas veces había agradecido tanto el uso de la palabra como en esta ocasión. Dijo que esta manifestación de la República de Colombia al Profesor José Cuatrecasas encerraba un doble significado: estima por su labor científica y gratitud de Colombia por esa labor, con la cual no sólo ha contribuido al progreso de la Botánica en el país, sino que ha redimido especies que irán a desaparecer muy pronto. Habló luego de la forma como coincide el apellido Cuatrecasas con cuatro regiones para tan ilustre nombre: Cataluña, su patria chica, España, la grande; Colombia, donde habitó y Estados Unidos donde trabaja. Añadió que esto le hacía recordar que el Instituto Smithsonian fue fundado por un notable hombre, James Louis Macie, quien posteriormente cambió su nombre por el de Smithson y al cual también le corresponden cuatro casas, pues nació en Francia, se educó en Inglaterra, murió en Italia y heredó a Estados Unidos.

Manifestó luego el Académico López de Mesa, que él envidiaba la profesión del Profesor Cuatrecasas, investigador en Botánica, en permanente contacto con la naturaleza, lo que de suyo presupone un corazón franciscano y en su avance lo confirma bondadoso.

Poéticamente —diciendo que la poesía es una flor de la ciencia—, habló del maravilloso espectáculo de la aparición de la primera flor y del primer canto de un ave. Dijo que esto sucedió en el período cretáceo, posiblemente en el Estado o en el Valle de Wyoming y de nombre cicadea, período durante el cual pudo también tal vez aparecer la primera gota de leche y, acaso, la primera gota de miel, pues, afirmó, por esta época proliferaron igualmente los himenópteros, con su cerebro elemental prodigiosamente rico en aciertos.

Habló luego de que el hombre, que al principio se apoderó de la naturaleza para ennoblecirla y dignificarla, la ha abandonado ahora y ha ido, con la civilización, desalojando su fauna y su flora.

Terminó su discurso diciendo que la violencia, que es fenómeno universal y que tanto padecemos en Colombia, se debe principalmente a un desvío de las aspiraciones de la juventud, que ha perdido su

idealismo para luchar por nobles tareas, y que el remedio y el ejemplo se encuentran en vidas como las del profesor Cuatrecasas, dedicadas por entero y con todo el corazón al servicio del hombre y los grandes menesteres de la ciencia.

En seguida el excanciller López de Mesa hizo entrega de la condecoración al profesor Cuatrecasas quien, para agradecer esta distinción, manifestó que consideraba desproporcionado el honor que se le confería por sus escasos méritos, y que, además le era muy difícil hablar después de la magnífica exposición del Académico López de Mesa.

Dijo que él, como botánico, como hombre que vive en la selva, estaba un poco aislado de las relaciones humanas y sociales. Que en realidad no tenía más mérito que el de haber seguido una vocación indeclinable y que, a pesar de los veintiocho años consagrados al estudio de la botánica, consideraba que su obra apenas se había iniciado.

Manifestó su agradecimiento a los colombianos que ayudaron y apoyaron los estudios que ha hecho de la botánica del país, citando entre ellos al doctor Eduardo Santos, a don Agustín Nieto Caballero, al R. P. Pérez Albeléz, al profesor Luis María Murillo, al doctor José Vicente Garcés Navas, al doctor Ciro Molina Garcés y a todos sus colegas del Instituto de Ciencias Naturales. Este agradecimiento lo hizo extensivo a entidades como el citado Instituto de Ciencias Naturales, la Secretaría de Agricultura del Departamento del Valle y la Facultad de Agronomía de Palmira.

Dijo que todas esas instituciones tienen parte en su trabajo y que ese es uno de los motivos de agradecimiento y de afecto para los colombianos; y agregó que siempre se sintió impresionado por la riqueza de la flora, por el paisaje, por el clima y por el hombre colombiano. Que ha sido fiel testigo del gran desarrollo del país, de sus instituciones y de sus profesionales desde el año de 1932, y que se alegra por este gran proceso como si fuera un colombiano, pues como tal se considera y así ha puesto su corazón en los trabajos realizados en Colombia.

Siendo las siete y media de la noche se levantó la sesión.

JESUS EMILIO RAMIREZ, S. J.
Presidente.

HERNANDO FRANCO SANCHEZ
Secretario.

HOMENAJES

PRESIDENTE DE LA ACADEMIA Y RECTOR MAGNIFICO DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, se considera honrada con la exaltación al grado de Rector Magnífico de la Pontificia Universidad Javeriana, del R. P. Jesús Emilio Ramírez S. J., su Presidente, también magnífico, y honra de la ciencia y de la cultura colombianas.

Transcribese copia de esta proposición al R. P. Jesús Emilio Ramírez S. J. y al R. P. Provincial de la Compañía de Jesús.

EL GOBIERNO DESTACA LOS MERITOS DE TRES MIEMBROS DE LA ACADEMIA

La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, expresa su complacencia por el justo reconocimiento que de los méritos científicos y técnicos de los doctores Alfredo D. Bateman, Luis Patiño Camargo y Daniel Mesa Bernal, Miembros sobresalientes de la Academia, acaba de hacer el Gobierno al nombrarlos Directores de los Ministerios de Obras Públicas, Salud y Agricultura, respectivamente.

Copia de esta proposición será enviada a los académicos Bateman, Patiño Camargo y Mesa Bernal, y a los señores Ministros de los Ramos correspondientes.

ALFREDO D. BATEMAN, CIENTIFICO E HISTORIADOR

La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, mira con admiración y simpatía la obra biográfica de revaluación de los Próceres Colombianos de la Ciencia, que con empeño severo, escudriñamiento y análisis científico, viene haciendo, con sentimiento patriótico, el Académico Alfredo D. Bateman, quien ha sido hasta el presente nuestro más consagrado Secretario.

De su obra merecen destacarse la "Monografía Histórica del Observatorio Astronómico" y "Francisco José de Caldas el Hombre y el Sabio", ensayo que ganó un concurso abierto por el Departamento de Caldas.

Copia de esta Proposición será enviada al Académico Alfredo D. Bateman, en nota de estilo y publicada en el próximo número de la Revista de la Academia.

ATLAS DE ECONOMIA COLOMBIANA

La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, mira con honda simpatía la obra editorial de cultura, iniciada por el Dr. Luis Angel Arango, como Gerente del Banco de la República, y continuada luego por su sucesor, Dr. Ignacio Copete Lizarralde.

Especialmente se quiere dejar constancia en esta moción, de la primera entrega del "ATLAS DE ECONOMIA COLOMBIANA", dirigido con acierto admirable por el Jefe del Departamento de Economía del Banco de la República, doctor Eduardo Acevedo Latorre, y que contiene, elaboradas por distinguidos científicos, las conclusiones obtenidas hasta hoy de los siguientes aspectos físicos y geográficos del país: "Mapa Geográfico Físico", "Mapa Climático", "Precipitación Pluvial Media Anual", "Régimen de Lluvias a través del año", "Gráficas de Precipitación y Temperaturas", "Ciclo Anual de Lluvias y Distribución de Plantas", "Regiones Fisiográficas y Fitogeográficas", "Mapa Geológico", "Mapa Sísmico y Tectónico" y "Suelos y Erosión".

La lujosa y bien dirigida presentación del Atlas no sólo representa una exposición técnica de los problemas tratados, sino un precioso mensaje de cultura colombiana a todas las instituciones del mundo a donde se envíe.

Hubiera sido acertado, sin embargo, que en esta preciosa obra figurara el nombre de su director doctor Acevedo Latorre, y se hubiera hecho una introducción sobre la historia del desarrollo de esos estudios, en los cuales participaron sabios eminentes, como Francisco José de Caldas y Alejandro de Humboldt en la Colonia, Francisco Javier Vergara y Velasco en la última década del siglo pasado, y Frank M. Chapman, Alejandro López y Carlos E. Chardon, en las primeras décadas del presente siglo. Sería conveniente poner de relieve estos eslabones, porque la ciencia se desarrolla en cadena que a veces, como en el caso presente, hace honor a nuestro país.

Transcribábase esta Proposición al señor Gerente del Banco de la República y al doctor Acevedo Latorre.

APUNTACIONES SOBRE LA MEDICINA EN COLOMBIA

La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, agradece al doctor Emilio Robledo su desvelado interés por el estudio y difusión de la cultura científica patria, y lo felicita por su nueva obra "Apuntaciones sobre la Medicina en Colombia", que corresponde al desarrollo de los siguientes temas, tratados con sabiduría, elegancia y amenidad: 1º "Médicos de los Primeros Viajes del Descubrimiento y Medicina en Europa, especialmente en España en los Siglos XV, XVI y XVII"; 2º "Medicina Indígena"; 3º "Implantación de los Estudios Médicos en el País e Influencia de Mutis en la Organización de la Medicina Científica"; 4º "Reflexiones sobre Doctrinas Médicas" y 5º "Repercusión de las Escuelas Europeas y Americanas en Colombia".

HOMENAJE A UN EDUCADOR

La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, se une con toda simpatía al homenaje nacional que se rinde al Reverendo Padre Carlos Ortiz Restrepo, S. J., Miembro esclarecido de la Compañía de Jesús, científico distinguido, Rector Magnífico de la Pontificia Universidad Javeriana y Miembro destacado de la Academia, al cumplir sus cincuenta años de dedicación apostólica al servicio de la Religión, de la Educación y de la Ciencia.

DUELO

La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, expresa su pesar por el fallecimiento de la esclarecida dama, doña Soledad Rivas de Muñoz, madre del distinguido Científico y Miembro de Número de la Academia, doctor Guillermo Muñoz Rivas, y comunica su sentimiento a todos sus deudos.

RESPETABLES ADMONICIONES

EUGENIO D'ORS SE DIRIGE A LOS CIENTIFICOS

Cierro dos o tres libros españoles de materia científica. Y me tuerce los labios honda impresión de repugnancia. ¡Dios mío, como están redactados estos libros! ¡Qué expresiones más pedestres, qué confusión, qué léxicos, qué sintaxis! ¡Qué barbarie en todo y qué ausencia de buen gusto! Por excepción hallamos en una página media docena de frases bien construídas. Y si en un capítulo damos con una página elegante y clara, es por azar.

Lo más triste en todo es que los autores no suelen apenarse por tan grave ausencia de buen gusto: al revés, muchas veces aparentan estar satisfechos de ello. Parece que vean en la torpeza y barbarie un signo de seriedad y profundidad. "Eso no es de un escritor", dicen al sumergirse deliciosamente en los pantanos de la más triste confusión. "Eso no es un escritor". No, por cierto, decimos nosotros. De hecho, el hombre de ciencia español no lee después, en la soledad, el libro de su colega. Y así, poco le importa que el estilo de tal libro sea inteligible o no. Más bien, si el estilo es elegante y claro y el libro legible, el hombre de ciencia español guarda cierto rencor al autor por lo de la competencia. Utilísimo sería, en verdad, en estos medios, propagar la máxima del enciclopedista: "La ciencia no es otra cosa que un lenguaje bien hecho". Y cuán útil sería también que en las escuelas, sobre todo, y antes de aplicarse a otros métodos novísimos, de efecto un tanto arriesgado a veces, se pasara al menos por un período de ensayo de la antigua y buena moda francesa, que consiste en dar central importancia a la educación y perfeccionamiento de la aptitud del redactor. Redactar, redactar, redactar; del redactar provienen después privilegios y primacías. El secreto de la aristocracia y del predominio de la ciencia francesa, así como de su universalidad, se encuentra en un dón muy suyo: en la secular y segura superioridad de la redacción.

EUGENIO D'ORS

LA RESPONSABILIDAD DEL HOMBRE DE CIENCIA

Conceptos tomados del editorial del Nº 3 del Vol. I de la gran revista "ENDEAVOUR", uno de los más respetables órganos de difusión científica de Inglaterra y del mundo.

El problema fundamental con que se encuentra la ciencia en el terreno de la ética es el de hacerse conocer por la humanidad en su conjunto. ¿Qué fracción de la población de cualquier país civilizado —incluso el nuestro— puede ser considerada con una concepción propia de la ciencia, de sus aspiraciones, sus métodos, sus resultados? Aun con la más holgada estimación, tiene que ser muy pequeña. El desconocimiento de la ciencia no está de ningún modo relegado a las clases sociales más humildes. Está particularmente reflejado en la prensa popular. Todos los días aparecen en los diarios errores elementales, referencias equivocadas, o explicaciones fuera de actualidad concernientes al progreso y descubrimiento científicos.

La ciencia, positivamente, ha de ser expresada en palabras. Aun cuando los hombres de ciencia puedan sentir repulsión por la publicidad, se ven obligados, como corporación, a competir con los políticos, pues la ciencia es la que guarda las llaves del futuro.

Debiera instarse al Gobierno a fomentar la enseñanza de la ciencia con mayor extensión en las escuelas primarias, para que todos los niños, y no solamente los que acuden a las escuelas secundarias, pudieran obtener algunas nociones básicas respecto a lo que es la ciencia. Es todavía más vital ver la manera de llegar al adolescente, cuya educación científica (excepto en el caso de los que adoptan una profesión relacionada con la ciencia) cesa bruscamente con el fin de la vida escolar. Si aquella pudiera ser continuada usando más extensivamente la radio, por un número mayor de conferencias públicas, por medio de crónicas de ciencia en los diarios y en las revistas, con la publicación de más libros populares sobre temas científicos, y en general con el abandono de la actitud de apartamiento en el silencio del hombre de ciencia, podríamos esperar confiadamente constituir una nación preparada para comprender y capaz de utilizar los recursos ilimitados del espíritu y la materia.

Finalmente, si la ciencia tiene que expresarse en palabras, hay que enseñarla a ir del brazo con las letras. No significa menosprecio alguno reconocer que los hombres de ciencia rara vez se muestran con dominio de la prosa. La causa principal de la taciturnidad de la ciencia es probable que no esté en la falta de capacidad literaria, sino en la naturaleza apremiante y absorbente de la investigación científica. El deseo de dedicarse a la investigación original tiende a hacer olvidar la urgencia de las relaciones públicas de la ciencia, de suerte que una tarea que debiera ser propiamente obra de los principales, queda relegada con demasiada frecuencia a manos menos competentes. Hay que reparar este estado de cosas. La ciencia, en una palabra, TIENE QUE SABER EXPRESARSE; no la basta con aceptar su responsabilidad para con el público, sino que ha de aprender la manera de cumplir con ella.



JOHN D. ROCKEFELLER Jr.

* 29 de enero de 1874 † 11 de mayo de 1960.

Cuando me detengo a meditar sobre los hombres ricos, no acierto a ver uno UN CAMINO por la vía del cual ellos puedan asegurarse un equivalente genuino del dinero gastado, y este camino es el que conduce a cultivar el placer de propiciar condiciones en que el dinero produzca un efecto que dé una compensación duradera.

John D. Rockefeller Sr.

Ese camino, la *Filantropía Fundación Rockefeller*, seguido leal y ejemplarmente por el padre y por el hijo, produjo hasta el 31 de diciembre de 1959, una contribución de US\$ 1.004.892.000.00, que han servido para crear o incrementar en el mundo organizaciones de educación, caridad, salud humana, industrias agrícolas, museos, laboratorios, bibliotecas, restauración de monumentos históricos etc.

La Dirección de la Revista dedica este homenaje a la memoria de John D. Rockefeller Sr. y John D. Rockefeller Jr., fundadores y sostenedores de la más grande empresa particular que se haya creado en el mundo para el servicio de la humanidad. Honremos el recuerdo de quienes supieron buscar su inmortalidad en esta forma tan hermosa.

N. de la D.