

REPUBLICA DE COLOMBIA  
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS  
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL



# BOLETIN GEOLOGICO

VOL. II

ENERO—ABRIL, 1954

NUMERO 1



# BOLETIN GEOLOGICO

VOLUMEN II

ENERO-ABRIL 1954

NUMERO 1

## CONTENIDO

	<i>Páginas</i>
INTRODUCCION ...	3
EL CRETACEO INFERIOR EN LOS ALREDEDORES DE VILLA DE LEIVA, BOYACA. — Hans Bürgl ...	5-22 ✓
EL CRETACEO SUPERIOR EN LA REGION DE GIRARDOT Hans Bürgl & Yolanda Dumit Tobón	23-48 ✓
EL DESARROLLO DE LA FLORA COLOMBIANA EN LOS PERIODOS GEOLOGICOS. 1— <i>Maestrichtiano hasta Terciario más Inferior</i> . (Una investigación Palinológica de la formación de Guaduas y equivalentes). — Thomas van der Hammen ... ..	49-106
FOTOGEOLOGIA Y SU APLICACION A LA EXPLORACION PETROLERA. — (Tomado del Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. VI, Nos. 1-2). — Guillermo P. Salas ...	107-110



REPÚBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS

MINISTRO

ABOGADO PEDRO NEL RUEDA URIBE

SECRETARIO GENERAL

AB. LUIS FERNANDO SANMIGUEL

INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

GEOLOGO DIRECTOR:

**ENRIQUE HUBACH**

INGENIERO SUBDIRECTOR:

**JESUS A. BUENO**

Jefe - Fotogeólogo:

H. C. RAASVELDT

Fotogeólogo:

J. KEIZER

Jefe - Paleontólogo:

H. BÜRGL

Geólogo:

J. SANDOVAL

Jefe - Petrólogo

W. NELSON

Geólogo:

J. LOPEZ CASAS

Jefe Paleobotánico

Th. VAN DER HAMMEN

Geólogo:

ALBERTO RONDEROS

Geólogo Jefe - Hidrología e Ing. Geológica

W. DIEZEMANN

Geólogo:

JAIME TORRES

Jefe - Geología Minera:

R. WOKITTEL

Conservador de Mineralogía y

Petrografía:

L. F. RINCON S.

**DIRECCION:**

**INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL**

Apartado Postal 2504

Apartado Aéreo 4865

**Bogotá, Colombia. S. A.**

## INTRODUCCION

El Instituto Geológico Nacional, como entidad oficial colombiana dedicada al estudio de la geología del país, desarrolla sus actividades en dos ramas principales íntimamente relacionadas entre sí: las investigaciones de geología básica encaminadas a la elaboración de la carta geológica de Colombia, y las de geología aplicada que, con la ayuda de la geología básica, tienden a la definición de los recursos económicos del subsuelo, como son los minerales, aguas subterráneas, la solución de los problemas de ingeniería geológica, etc.

En los estudios geológicos básicos intervienen de consuno las secciones de Fotogeología, Paleontología, Paleobotánica y Petrología, todas las cuales están realizando investigaciones sistemáticas que tienen un valor no solamente nacional sino que constituyen una contribución científica aprovechable más allá de nuestras fronteras.

En la rama de la geología aplicada se adelantan igualmente estudios de importancia para el desarrollo económico del país, que, en forma limitada se han venido dando a la luz por medio del **BOLETIN GEOLOGICO** y anteriormente por medio de la **Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales**.

La mayor producción científica y aplicada del Instituto Geológico ha creado la necesidad de disponer de un vehículo de divulgación que permita presentar periódicamente y con medios editoriales adecuados lo más destacado de ella.

La nueva presentación del **BOLETIN GEOLOGICO** que se inicia con la presente entrega, satisface esa necesidad poniendo a disposición del Instituto Geológico un medio de divulgación por el cual se podrá dar a la publicidad un material científico y técnico más variado y de mayor valor investigativo.

Los estudios que aparecen en el presente número destacan la importancia de las investigaciones del Instituto Geológico en las ramas paleontológica y paleobotánica. Posteriormente aparecerán estudios de igual interés, lo mismo que otros relacionados con las ramas de la geología aplicada.

En el curso del presente año se iniciará también la publicación de la carta geológica de Colombia en forma de hojas o planchas parciales. Esta labor se adelanta mediante la interpretación geológica a base de fotografías aéreas y el control terrestre indispensable para la definición paleontológica y petrológica de las formaciones.

El **BOLETIN GEOLOGICO** aparecerá en lo sucesivo como una publicación cuatrimestral o sea por volúmenes anuales de tres números cada uno.

El Instituto Geológico deja constancia de su agradecimiento al señor doctor Pedro Nel Rueda Uribe, Ministro de Minas y Petróleos, por su interés en favor de esta publicación.

LA DIRECCION.

= 1119

# EL CRETACEO INFERIOR

## EN LOS ALREDEDORES DE VILLA DE LEIVA (BOYACA)

P O R

H A N S B Ü R G L  
PALEONTOLOGO JEFE

### C O N T E N I D O:

	<i>Páginas</i>
Abstract (en inglés)	7
Introducción	9
Estratigrafía	11
Notas generales	11
Valanginiano	11
Hauteriviano	12
Barremiano	14
Aptiano	16
Albiano	18
A) Al Oeste de Leiva	18
B) Al Este de Arcabuco	19
Cuaternario	20
Historia Geológica	21
Bibliografía	22

### P L A N C H A S

1. Estaciones HB 481 — HB 561 en los alrededores de Villa de Leiva
2. Corte Geológico a través de la Loma de La Yesera
3. Columna estratigráfica del Cretáceo Inferior.
4. Movimientos del suelo en la región de Leiva durante el Cretáceo Inferior.

## A B S T R A C T

The small city of Leiva is situated between Tunja and Chiquinquirá in the Department of Boyacá, and on the south western foot of the Arcabuco-Massif. This massif is a very prominent NNE-SSW trending anticline, in the crest of which (Upper Jurassic? and) Early-Cretaceous unfossiliferous quartzitic sandstones come to surface. To the west, these Arcabuco-Sandstones are overlain by a very well exposed series of Lower Cretaceous. We measured:

more than 1.075 m of Lower and Middle Albian  
600 m of Aptian  
105 m of Barremian  
385 m of Hauterivian  
more than 120 m of Valanginian

Totaling in 2.285 m of Lower Cretaceous.

Near its base the Valanginian contains a several meter thick bed of conglomeratic limestone, rich in *Exogyra bousingaultii* D'ORBIGNY. Above follows an alternation of argillaceous sandstones and claystones containing few ammonites (*Polyptychites*) and frequently *Toxaster*, *Trigonia* and other pelecypods.

The Hauterivian consists throughout of grey ferruginous shales, whose lower portion is rather rich in ammonites (*Crioceras*, *Olcostephanus*, *Andesites*, *Thurmanniceras* and *Toxaster*).

The Barremian starts with a boulder layer, which passes upward into marly clays and marly limestones with *Pseudohaploceras*, *Nichlesia*, *Pulchellia*, *Hamulina*, *Pedioceras*, *Ancylloceras*, etc. The "Upper" Barremian is almost free of fossils.

The Lower Aptian consists of shaly clays with some thin limestone intercalations. Its uppermost portion is rather rich in thin gypsum veins. Ammonites were found in the limestone layers and are abundant in limestone concretions within the clays. *Deshayesites*, *Chelonicerias*, *Lytoceras* characterize this zone. The uppermost limestone bed, immediately underneath the richest gypsiferous layer, seems to contain many reptile bones. This is the horizon where the two complete skeletons of *Plesiosaurus* have been found. The rather uniform Upper Aptian is formed of argillaceous shales with hardly recognizable impressions of *Colombiceras*, *Acanthohoplites*, *Dufrenoya* and *Inoceramus*.

On the West-flank of the Arcabuco-uplift the Albian seems to overlay conformably the Aptian. It consists there of an alternation of micaceous clays and argillaceous sandstones, containing *Miotoxaster*, *Trigonia*, *Natica*, *Cardita* but apparently no ammonites.

A sandstone horizon, 100-200 m in thickness, tops the Lower Albian. It is followed upward by sandy clays passing into grey, splintery shales with *Oxytropidoceras*.

On the eastern flank of the Arcabuco-anticline, the pre — or early — Cretaceous Arcabuco-Sandstones are overlain by breccias, conglomerate and sandstones passing upward into sandy clays with an apparently Lower Albian fauna.

Locally, the Lower Cretaceous is covered by quaternary river deposits, consisting of the detritus of Cretaceous rocks. Near Leiva, they are capped by a 10 m thick travertine layer with teeth of *Mastodon*.

## INTRODUCCION

La region entre Tunja y Chiquinquirá en Boyacá, está ocupada casi exclusivamente por depósitos Cretáceos, incluyendo la formación de Guaduas (Maestrichtiano-Paleoceno). Estas capas forman dos pliegues principales dirigidos NNE-SSW. El anticlinal más pronunciado es el Oriental de la serranía de Arcabuco. Su eje está situado unos 3 km al Este de la población de Arcabuco y expone las capas más antiguas de toda esta región: areniscas cuarcíticas, poco estratificadas, sin fósiles, conocidas con el nombre de Formación o Arenisca de Arcabuco y depositadas probablemente durante el Jurásico. Las mismas areniscas aparecen también a unos 8 km al W de Arcabuco en el "anticlinal de Oiba" (HUBACH, 1953), paralelo al primero. Desde allí las capas Cretáceas buzan hacia el Oeste hasta el sinclinal del Río Suárez, exponiendo una serie completa y muy regular desde la base del Cretáceo hasta el Albiano. La región geológicamente mejor expuesta es la de los alrededores de Villa de Leiva.

Villa de Leiva, rica en recuerdos del tiempo de la liberación de Colombia, está situada en el pié Occidental del Macizo de Arcabuco. La vegetación en sus alrededores es muy pobre y está restringida generalmente a los valles y depresiones del terreno, mientras que, en la superficie de las colinas las rocas Cretáceas están expuestas con una perfección y una claridad, propias generalmente del desierto. La posición regular de las capas y los afloramientos extensos del Cretáceo hacen de esta región un modelo geológico, aprovechable como pocos para un estudio detallado de la estratigrafía del Cretáceo Inferior.

No obstante las condiciones geológicas favorables y la abundancia de fósiles, esta región hasta ahora no ha sido descrita de acuerdo con su importancia. Aunque ha sido mencionada por A. HETTNER (1892), K. GERHARDT (1897), E. C. H. ROSCHEN (1929) y E. A. SCHEIBE (1938), no hay detalles publicados sobre ella.

Con el fin de estudiar dicho perfil básico y hacerlo útil al conocimiento del Cretáceo de la Cordillera Oriental, el Departamento de Paleontología y Estratigrafía del Instituto Geológico Nacional, emprendió una excursión a Villa de Leiva entre el 9 y el 19 de Diciembre de 1953. Participaron en ella los siguientes miembros del Departamento de Paleontología y de la Sección Paleontológica del Museo Geológico Nacional: el doctor Hans Bürgl, los señores Gilberto Toro García, José Perico, Rómulo García, Daniel Jiménez y las señoras Yolanda Dumit Tobón y Margoth Barrios M.

La comisión estudió particularmente tres secciones que están señaladas en la plancha 1:

A—A<sub>1</sub> Loma de La Yesera (Valanginiano, Hauteriviano, Barremiano, Aptiano),

B—B<sub>1</sub> Carretera Tinjacá-Chiquinquirá (Aptiano más Superior, Albiano Inferior).

C—C<sub>1</sub> Carretera Arcabuco-Tunja (Areniscas de Arcabuco y Albiano).

Con el fin de completar y verificar estas secciones, fueron visitados otros sitios también marcados en el mapa de la plancha 1. Los buenos y ex-

tenso afloramientos facilitan la elaboración de un mapa geológico de esta región, pero debido a la carencia de un mapa topográfico detallado, hubo que renunciar a esta intención y se sometieron los datos recogidos al Departamento de Fotogeología.

Los numerosos fósiles colectados en el curso de nuestra excursión, fueron preparados en el Museo Geológico Nacional de Bogotá y determinados por el suscrito (Amonitas y Foraminíferos) y por la Paleontóloga Auxiliar, señorita Margoth Barrios M. (Lamelibranchios, Gasterópodos, Equinidos). Los demás empleados del Museo, en primer lugar el Paleontólogo Auxiliar, señor Gilberto Toro García y el Preparador José E. Perico, apoyaron este trabajo y agradecemos su valiosa ayuda.

El suscrito espera que los resultados y dibujos, reunidos en las siguientes páginas contribuyan al conocimiento de la estratigrafía del Cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia.

## ESTRATIGRAFIA

### Notas generales

En la región situada entre la Loma de Arcabuco y la Loma de Labranzas, se encuentra la siguiente sucesión de pisos:

Pendiente: más de	.075 m de Albiano
	600 m de Aptiano
	105 m de Barremiano
	385 m de Hauteriviano
	120 m de Valangianiano
	-----
En total más de	2.285 m de Cretáceo Inferior

Este espesor total coincide muy bien con la evaluación de E. GROSSE (1935, p. 63 y 72), quien aprecia el grueso de la formación de Villeta (Barremiano-Cenomaniano), entre Arcabuco y Chiquinquirá, en 2.000 m por lo menos. El grosor total del Cretáceo Inferior en esta región, es probablemente de 3.000 m.

Los estratos que componen la serie enunciada, son en su mayoría esquistos arcillosos con raras intercalaciones de areniscas, margas y calizas, con capas arenosas en su base y un banco grueso de arenisca en el límite entre el Albiano Inferior y Medio. Los varios escalones del Cretáceo Inferior en esta región, están bien marcados por diferencias litológicas; sin embargo, se recomienda basar todas las consideraciones estratigráficas en documentos paleontológicos.

Los esquistos arcillosos no son pobres en fósiles, pero la clase de roca implica que estén muy mal conservados. Casi siempre las Amonitas están lateralmente comprimidas y deformadas en otros aspectos, presentando muy rara vez el lado ventral. Los mejores fósiles se encuentran en concreciones calcáreas, las cuales son más frecuentes en el Barremiano y en el Aptiano Inferior. Los demás pisos contienen fósiles bien conservados solamente en intercalaciones margosas y arenosas.

La fauna colectada indica una facies parecida a la de la Fossa Voconiana de los Alpes Occidentales y a la Fossa Subbética de España Meridional, que contienen los depósitos de las zonas más profundas de la Tethys Europea. Igual como en estas fossas, encontramos en Leiva, Amonitas poco ornamentadas así como *Lytocerotidae* y *Desmocerotidae*. Sólo el Valanginiano es muy rico en Lamelibranquios, *Toxaster roulini* y otros Equínidos y recuerda la facies menos profunda "a Spatangues" en los alrededores de la Fossa Voconiana (GIGNOUX 1950, pp. 432-440).

### Valanginiano

En la línea de nuestra sección a través de la Loma de La Yesera (pl. 1, pl. 2), el Valangiano Superior y Medio sube hasta la Loma del macizo de Arcabuco, cubriendo las capas yacentes. Las capas más bajas se pueden estu-

diar inmediatamente al Sur y Sur-Oeste de Arcabuco (estaciones HB 551, 552), donde se encuentran areniscas blandas y rojizas con bancos de esquistos arcillosos de color carmelito claro y esquistos arcillosos oscuros por lo general ricos en impresiones de Lamelibranquios y Equinidos. Pero en esa región las capas están fuertemente dislocadas (buzamiento hacia el SE), causadas particularmente por una falla que se extiende a todo lo largo del flanco Oeste del anticlinal de Arcabuco y se extingue progresivamente hacia el Sur-Oeste. Al Este de Villa de Leiva y de la Loma de La Yesera, esta falla se hace visible en forma de un pliegue abrupto en las rocas arcillosas del Valanginiano. Por dicha razón, esta región al Sur-Oeste de Arcabuco no es apta para estudios estratigráficos.

Las capas valanginianas más inferiores al Este de la Loma de La Yesera, son calizas brechosas, conglomeráceas.

Estas calizas (estación HB 518, pl. I) están bien estratificadas en bancos de 30-70 cm. Algunas de ellas contienen bloques de caliza poco redondeados de 10-30 cm de diámetro y otros están llenos de

*Exogyra boussingaultii* DIETRICH non D'ORBIGNY  
y otros Lamelibranquios no determinables.

En esta región las calizas con *Exogyra boussingaultii* son relativamente muy delgadas, pero más al Norte, por ejemplo en la parte Oeste de la Mesa de los Santos (al Sur de Bucaramanga), estas calizas llegan a alcanzar espesores de algunos cientos de metros, representando allí todo el Hauteriviano y el Barremiano Inferior.

Las calizas están superpuestas de una serie de más de 100 m de espesor compuesta por una alternación de arcillas duras y oscuras y de areniscas arcillosas carmelitas. En lo general estas capas son muy ricas en impresiones de fósiles: logramos determinar los siguientes:

*Polyptichites polyptichus* KEYSERLING  
*Toxaster roulini* AGASSIZ  
*Trigonia ornata* D'ORBIGNY  
*Tellina* cf. *carteroni* D'ORBIGNY  
*Astarte debilidens* GERHARDT  
*Protocardia* cf. *peregrinorsa* (D'ORBIGNY)  
*Pecten* (*Chlamys*) aff. *puzosianus* MATHERON  
*Neaera* spec.

El contacto del Valanginiano con el Hauteriviano es muy abrupto, debido en parte, a los contrastes entre las rocas duras del Valanginiano y las arcillas blandas del Hauteriviano, y en parte, a consecuencia de la falla antes mencionada, la cual acompaña el anticlinal de Arcabuco en su pié Occidental.

El espesor total del Valanginiano lo estimamos en 150 hasta 200 m.

### Hauteriviano

Este piso consta en su totalidad de arcillas pizarrosas oscuras, muy ricas en hierro en forma de impresiones limoníticas y de costras encarnadas sobre los planos de estratificación. Algunas veces se encuentran vetas de almágre de 10-20 cm de espesor. Particularmente en la parte media de esta serie, hay

algunas capas de arcilla arenosa algo más resistente a la erosión que las arcillas. Su espesor es de 20 hasta 30 cm (aumentado en el corte geológico de la plancha 2). En el aspecto morfológico y litológico, el Hauteriviano se distingue muy claramente de las capas infra y suprayacentes porque representa una serie blanda y poco resistente a la erosión. Las quebradas y los ríos tienden a seguir su curso y frecuentemente esta serie está cubierta con depósitos cuaternarios de 30 o más metros de espesor.

Los fósiles Hauterivianos están concentrados en la parte inferior, mientras en la parte superior son muy raros. Distribuidos irregularmente se encuentran escamas de peces, impresiones de Lamelibranquios pequeños y fragmentos de Amonitas, raras veces de Equínidos. Estas impresiones están tan mal conservadas que muy pocas veces es posible determinarlas.

Inmediatamente al contacto con las arcillas duras del Valanginiano hay una zona muy rica en fósiles de los cuales logramos determinar los siguientes:

*Crioceras andinum* GERTH  
*Olcostephanus* spec. indet.

Unos 40 m arriba del Valanginiano hay en las arcillas pizarrosas una zona de  $\pm$  10 m de espesor muy rica en

*Olcostephanus boesei* RIEDEL  
*Olcostephanus astierianus* (D'ORBIGNY)  
*Andesites* cf. *curvatus* GERTH  
*Thurmanniceras* cf. *thurmanni* (PICTET)

*Andesites* y *Thurmanniceras* son relativamente raros, pero *Olcostephanus* es tan frecuente que con razón se puede llamar este nivel "zona de *Olcostephanus*" (zona de Astieria).

*Olcostephanus* se encuentra en Colombia no sólo en el Hauteriviano sino también en el Valanginiano. Pero la "zona de Astieria", o sea una concentración de estas Amonitas, parece estar situada siempre en la parte inferior del Hauteriviano, independiente de la facies litológica de estas capas. Entre Jesús María y Puente Nacional (región de Vélez) el banco de Astieria consta de arcillas pizarrosas como en Leiva, en la región de San Gil de areniscas arcillosas, calizas y esquistos arcillosos, y en Villeta de areniscas de grano fino. Según M. W. KILIAN (1920), en los Alpes Occidentales se encuentran en el Valanginiano Medio y Superior y en el Hauteriviano Inferior, especies muy parecidas, pertenecientes todas al género *Olcostephanus* (*Astieria*). Pero la "zona de Astieria", aquí, parece ser también característica para el Hauteriviano Inferior.

En Leiva, las arcillas se vuelven más pobres en fósiles encima de la "zona de Astieria". En este nivel del Hauteriviano encontramos impresiones poco claras de:

*Andesites curvatus* GERTH  
*Thurmanniceras thurmanni* (PICTET)  
*Toxaster roulini* AGASSIZ

No hemos hallado microfósiles (p. ejem. Foraminíferos) en las arcillas hauterivianas.

El espesor del Hauteriviano al pié de la Loma de La Yesera, es de 385 m. según nuestras medidas con cinta y brújula.

**Barremiano**

El límite entre el Hauteriviano y el Barremiano es muy brusco en los aspectos litológico y paleontológico; los dos pisos no tienen ninguna comunicación faunística.

El Barremiano principia con una capa de caliza margosa oscura la cual está llena de bloques redondeados de marga roja y negra atravesados por numerosas hendiduras, empastadas por calcita y marga. Los bloques llamativos no están restringidos a esta capa, pero son particularmente abundantes en la zona basal del Barremiano (HB 499).

Esta capa pasa a margas y calizas negras y rojizas (HB 500), muy ricas en concreciones, con:

*Pseudohaploceras incertum* RIEDEL  
*Pseudohaploceras* aff. *liptoviense* (ZEUSCHNER)  
*Pseudohaploceras* aff. *difficile* (D'ORBIGNY)  
*Hamulina* spec. indet.

Las formas de *Pseudohaploceras*, mencionadas en segundo y tercer lugar, se distinguen de *P. liptoviense* y *P. difficile* particularmente por sus secciones más gruesas.

Encima siguen arcillas negras y rojizas ricas en vetas de yeso y después (HB 502, 503) se presentan margas gris-rojizas, también con vetas de yeso y con

*Nicklesia lenticulata* HYATT.

Las capas con *Pseudohaploceras* y *Nicklesia*, pero sin *Pulchellia* se pueden considerar como Barremiano Inferior (30 m).

El Barremiano Medio con un espesor de 43 m, consta de margas blandas con yeso y margas duras con algunos bancos de arenisca margosa. Las areniscas que tienen en lo general unos 50 cm de espesor, muestran frecuentemente estratificación diagonal. Esta serie es la más rica en fósiles, no sólo del Barremiano sino también de todo el Cretáceo Inferior de la región. Los fósiles están incluidos en concreciones calcáreas muy duras y en lo general están muy bien conservados. Colectamos en esta zona (HB 503, 504, 505):

*Nicklesia lenticulata* HYATT (frecuente)  
*dumasi* (D'ORBIGNY)  
*pulchella* (D'ORBIGNY)  
*zeilleri* (NICKLES) (muy frecuente)  
*alicantensis* HYATT  
*Pulchelliidae* gen. nov. 1, spec. A  
 " " " 1, " B  
*Pulchellia fasciata* GERHARDT  
 " *hettneri* GERHARDT  
*Pulchelliidae* gen. nov. 2, spec. A  
*Carstenia lindigii* (KARSTEN)  
*Pedioceras caquesensis* (KARSTEN)  
*Ancyloceras beyrichi* KARSTEN

Las *Pulchellias* se encuentran junto con *Nicklesias* en las mismas capas y en las mismas concreciones.

El Barremiano Superior (unos 30 m) consta de margas grises oscuras y rojizas con pocas intercalaciones de rocas margosas duras y margas arenosas. En la Loma de La Yesera no encontramos megafósiles que sean derivados con seguridad de esta zona.

En la superficie del anticlinal de Oiba situado al Oeste de Arcabuco, el Barremiano es muy extenso pero no presenta afloramientos suficientemente bien expuestos como para permitir un estudio capa por capa. Los fósiles colectados en la Loma de Monsalve (HB 555) y en el terreno de la hacienda de San Vicente (HB 558, 559, 560) se derivan en su mayoría de concreciones dispersas en la superficie y por esta razón, tienen menor valor estratigráfico que las de la Loma de La Yesera. Seguidamente presentamos la lista de estos fósiles ya que contienen algunas formas no encontradas en la Loma de La Yesera y, por lo tanto, sirven muy bien para completar la lista de la fauna barremiana de esta región:

HB 555 Sutamarchán, Loma de Monsalve  
*Ancyloceras* spec. indet.  
*Pulchellia veleziensis* (HYATT)  
     *galeatoides* (KARSTEN)  
     (?)*caicedi* (KARSTEN)  
*Carstenia lindigii* (KARSTEN)

HB 558 Leiva, Hacienda San Vicente  
*Nicklesia zeilleri* (NICKLES)  
     *lenticulata* HYATT  
     *pulchellia* (D'ORBIGNY)  
*Psilotissotia chalmasi* (NICKLES)  
*Pulchellia veleziensis* (HYATT)  
*Pedioceras cundinamarcae* GERHARDT  
*Ancyloceras* spec. indet.  
*Hamulina* spec. indet.  
*Opis elumula* GERHARDT  
Madera fósil

HB 559 y 560 Leiva, Hacienda San Vicente, 1 km al N de HB 558  
*Pseudohaploceras incertum* RIEDEL  
     aff. *liptoviense* (ZEUSCHNER)  
     aff. *cassidoides* (UHLIG)  
     aff. *difficile* (D'ORBIGNY)  
*Nicklesia lenticulata* HYATT  
     *zeilleri* (NICKLES)  
     *alicantensis* HYATT  
     *dumasiana* (D'ORBIGNY)  
*Pulchelliidae* gen. nov. 1, spec. A  
*Pulchelliidae* gen. nov. 1, spec. B  
*Pulchelliidae* gen. nov. 2, spec. A  
*Pulchellia veleziensis* (HYATT)  
     *galeatoides* (KARSTEN)  
*Carstenia lindigii* (KARSTEN)  
*Pedioceras caquesensis* (KARSTEN)  
*Ancyloceras* aff. *van den heckei* ASTIER  
     "    *beyrichi* KARSTEN  
*Hamulina* spec.

La fauna de los sitios HB 559 y 560 enseña que *Pseudohaploceras* no está restringido a las capas basales del Barremiano como parece ser el caso en

la Loma de La Yesera, pero sí, puede subir a niveles bien altos del Barremiano. Lo mismo vale para *Nicklesia*, la cual se encontró junto con *Pulchellia* en concreciones hasta 20 m abajo del límite superior del Barremiano en la hacienda San Vicente.

Se debe tener en cuenta que seguramente hay variaciones locales en la distribución vertical de los varios géneros y que sería prematuro hacer una subdivisión detallada del Barremiano antes de que tengamos a nuestra disposición observaciones detalladas de varias regiones. Hasta ahora parece que *Pseudohaploceras* y *Nicklesia* aparecen más temprano en el Barremiano que *Pulchellia*, pero que estos géneros pueden subir también hasta capas bastante altas de este piso.

El espesor del Barremiano, lo medimos en la Loma de La Yesera donde alcanza 105 m. En los otros sitios visitados, los afloramientos no fueron lo suficientemente buenos como para medir el espesor.

### **Aptiano**

El límite entre el Barremiano y el Aptiano basal, se puede trazar exactamente por medios paleontológicos, pero con respecto a la litología no hay un cambio notable entre estos dos pisos. El Aptiano Inferior consta también de arcillas y margas con algunas intercalaciones, relativamente delgadas, de caliza gris clara. Las arcillas son de varios colores: rojizas, púrpuras, verdes, violetas o blancas; pero en lo general predominan los colores claros. Todo el Aptiano Inferior es muy rico en vetas de yeso, y es particularmente en la parte superior donde se concentran las nidadas para explotar este mineral.

La capa basal es una caliza de unos 70 cm de espesor; en ella sólo hallamos un ejemplar mal conservado de

*Deshayesites cf. stutzeri* RIEDEL

Hacia arriba siguen arcillas y margas arcillosas blandas, las cuales al parecer carecen de fósiles. Un *Pseudohaploceras*, colectado en esta zona se deriva probablemente del Barremiano.

85 m encima de la base del Aptiano hay otro banco de caliza (HB 509) lleno de

*Chelonicerias subnodosocostatum* (SINZOW) y  
*Chelonicerias bradleyi* ANDERSON.

En "El Pedregal", cerca a la población de Leiva (HB 537), el señor Gilberto Toro García, colectó en esta capa:

*Chelonicerias subnodosocostatum* (SINZOW)  
*Chelonicerias tschernyscheni* (SINZOW)  
*Thysanolytoceras* aff. *subfimbriatus* (D'ORBIGNY)

15 m encima hay otra capa de caliza muy rica en concreciones esféricas y en esta capa fué donde se hallaron los dos Plesiosaurios de la Loma de La Catalina (Leiva) (E. HERRERA ALDANA, 1952). Las amonitas incluídas en la misma capa (HB 510) son:

*Deshayesites colombianus* RIEDEL  
*Deshayesites* spec. indet.  
*Prochelonicerias albrechti austriacae* (HOHENEGGER)  
*Chelonicerias subnodosocostatum* (SINZOW)

Esta fauna consta exclusivamente de formas del Aptiano Inferior y por lo tanto, no podemos confirmar la opinión de G. BOTERO RESTREPO (1945) de que la edad del Plesiosario de Leiva, sea Aptiano Superior. Hemos hallado varios fragmentos aislados de esqueletos de Reptiles (costillas, un maxilar con dientes) y parece muy posible que esta capa represente una real acumulación de restos de Reptiles. A este respecto, recomendamos investigaciones adicionales.

Encima de la "caliza de reptiles" siguen 7 m de arcilla que representan el techo del Aptiano Inferior y la zona más rica en yeso. El espesor del Aptiano Inferior es de 120 m.

La base del Aptiano Superior está marcada por una capa blanca de arcilla tobácea muy rica en yeso y en fósiles (HB 511). En esta capa colectamos:

*Colombiceras* (?) *rotundatum* (GERHARDT)  
 aff. *tobleri* (JACOB)  
*Acanthohoplites interiectus* RIEDEL  
*Dufrenoya* aff. *justinae* HILL  
*Chelonicerias subnodosocostatum* (SINZOW)  
 " *occidentale* (JACOB)  
 aff. *cornuelianum* (D'ORBIGNY)  
 cf. *bradleyi* ANDERSON  
*Inoceramus spec.*

Tal capa basal está superpuesta por una alternación rápida de arcillas rojizas y margas arenosas. Frecuentemente se encuentran concreciones con

*Chelonicerias* cf. *subnodosocostatum* (SINZOW) y  
*Colombiceras* aff. *tobleri* (JACOB)

y en las arcillas (HB 512, 513, 514) hay impresiones de

*Colombiceras* spec. indet.  
*Trigonia* cf. *hondaana* LEA juv.  
*Trigonia* (*Laevitrigonia*) *scheibei* DIETRICH  
*Corbula convergens* GERHARDT  
*Inoceramus spec.*

Estas arcillas coloradas y margas arenosas pasan sucesivamente a arcillas oscuras uniformes, las cuales constituyen casi exclusivamente el Aptiano Superior. En lo general son muy pobres en fósiles. Estas arcillas contienen varias capas o lentes tobáceas en los cuales, y en los alrededores de los cuales, se encuentran acumulaciones de amonitas.

En las colinas 2 km al Este de Sutamarchán (BH 519), colectamos en el Aptiano Superior:

*Colombiceras* aff. *tobleri* (JACOB) RIEDEL  
*Dufrenoya* aff. *justinae* HILL  
 " *texana* BURCKHARDT  
*Parahoplites* cf. *pulcher* RIEDEL  
 " *obliquus* RIEDEL  
*Acanthohoplites acutecosta* RIEDEL  
*Inoceramus spec.*  
 columna vertebral de un pez

y a la entrada Sur de Tinjacá (HB 554)

*Colombiceras* aff. *tobleri* (JACOB) RIEDEL  
*tobleri discoidale* SINZOW  
*Turritella (Haustator) columbiana* JAWORSKI.

Las mismas arcillas forman el suelo de la población de Santa Sofía, donde contienen (HB 556):

*Acanthohoplites acutecosta* RIEDEL  
 " *interiectus* RIEDEL  
 ¿ *Dufrenoya texana* BURCKHARDT?

En estas arcillas del Aptiano Superior las Amonitas siempre están muy mal conservadas, en su mayoría en forma de impresiones deformadas. Relativamente pocos de los restos fósiles son determinables.

Sin cambio notable estas arcillas se extienden hasta la base del Albiano y contienen en su parte más superior (HB 522) fragmentos de

*Colombiceras alexandrinum* (D'ORBIGNY)

El espesor total del Aptiano Superior es de más o menos 480 m.

## Albiano

### A) AL OESTE DE LEIVA

Consideramos como contacto Aptiano-Albiano el límite entre las arcillas con *Acanthohoplites*, *Parahoplites*, *Dufrenoya* y *Colombiceras* y las arcillas micáceas y areniscas con Equínidos y *Trigonia*, casi sin Amonitas. Este lindero está de acuerdo con la subdivisión de la Fossa vocontiana en Francia, la localidad típica para la estratigrafía del Cretáceo Inferior, donde al Albiano "commence a s'y intercaler des bancs ou rognons de gres, dits sus-aptiens. Les Ammonites deviennent beaucoup plus rares, sauf dans quelques gisements pyriteux". (GIGNOUX, 1950, p. 434).

Este límite es muy claramente visible a 6.7 km al Oeste de Tinjacá, al lado de la carretera hacia Chiquinquirá. Encima de las arcillas con *Colombiceras alexandrinum* —la última capa fosilífera del Aptiano Superior— siguen arcillas macizas arenosas y micáceas de color gris azulado con intercalaciones de 1/2 hasta 2 m de espesor de areniscas arcillosas de color marrón y de pizarras arcillosas oscuras, también micáceas. La consistencia de las capas cambia muy rápidamente, raras veces hay capas uniformes de 5 m de espesor. Esta serie variada se extiende hasta 9.6 km al Oeste de Tinjacá y encima de ella se halla una capa de arenisca maciza de grano fino azul y marrón de más o menos 200 m de espesor. Esta arenisca la consideramos como el techo del Albiano Inferior.

No hemos encontrado en esta serie Amonitas que hagan posible una determinación de la edad susceptible de una sola interpretación. Los fósiles se encuentran en su mayoría en areniscas blandas y en arenas, y están en lo general bien conservados. En las estaciones HB 521, 524, 525 colectamos en estos estratos los siguientes fósiles:

*Miotosaxter collegnoi* SISM.  
*Trigonia (Buchotrigonia) abrupta* (VON BUCH)  
*Trigonia (Quadratotrighonia) hondaana* LEA  
*Nododelphinula* spec.  
*Natica praelogna* DESHAYES  
*Cardita (Venericardia) cf. neocomiensis* D'ORBIGNY  
*serpula* spec.

La arenisca maciza del techo del Albiano Inferior está superpuesta por arcillas micáceas y arcillas arenosas parecidas a las del Albiano Inferior. Pero estas capas son considerablemente menos ricas en intercalaciones arenosas, y pasan hacia arriba a esquistos arcillosos negros muy fracturados, con

*Oxytropidoceras multifidum* STEINMANN

anonita considerada como característica del Albiano Medio.

Algunos 100 m al Oeste de la zona de *Oxytropidoceras*, la carretera hacia Chiquinquirá entra en un altiplano el cual se extiende hasta los alrededores de dicha ciudad. En esta región no hay afloramientos continuos al lado de la carretera y por tal razón, terminamos allí nuestros estudios.

Al lado de la carretera Tinjacá-Chiquinquirá el Albiano Inferior, incluyendo las areniscas en su parte superior, alcanza más o menos 800 m. Las capas con *Oxytropidoceras* se encuentran a unos 200 m encima de la base del Albiano Medio.

El Albiano Inferior tal como se ha descrito atrás, constituye también las colinas que están situadas en los alrededores de Ráquira. En esta región colectamos (HB 553):

*Trigonia* (*Buchotrigonia*) *abrupta* (VON BUCH)  
*Cucullaea gabrielis* LEYMERIE  
*Idonearca brevis* (D'ORBIGNY).

E. C. H. ROSCHEN (1929) describe de Ráquira

*Pulchellia* (*Nicklesia*) *lenticulata* HYATT y  
*raquirai* ROSCHEN,

formas éstas que indican el Barremiano; nosotros observamos exclusivamente el Albiano Inferior en los alrededores de esta población. Las Nicklesias descritas por ROSCHEN, provienen posiblemente de depósitos cuaternarios.

B) AL ESTE DE ARCABUCO

Al Este de Arcabuco, las areniscas de Arcabuco están superpuestas por una serie muy particular, la cual sólo se puede comparar con el Albiano Inferior.

7.5 km al Este de Arcabuco, en la estación HB 548 (véase plancha 1) están bien expuestas las verdaderas areniscas de Arcabuco; estas son areniscas de puro cuarzo, de grano fino, en parte cuarcíticas, en parte blandas y con una inclinación de 130°/57°. En las colinas situadas al Norte de la carretera, encontramos encima de las areniscas, brechas y conglomerados cementados por areniscas o arena fina. Sin duda se trata de depósitos formados por una transgresión marina sobre la serranía de Arcabuco. Hacia arriba, las brechas y conglomerados se vuelven progresivamente más finos y pasan a arenas y areniscas que están bien expuestas en la colina pequeña, aislada, situada a unos 400 m al Norte de la carretera (HB 550). Estas arenas y areniscas contienen impresiones de Lamelibranquios y Gasterópodos pequeños los que no pudimos determinar.

El suprayacente está bien expuesto casi continuamente al lado Sur de la carretera que va hacia Tunja. Allí se encuentran arcillas muy arenosas, micáceas, coloradas, con bancos de arenisca carmelita o púrpura. Hacia arriba,

estos depósitos se vuelven sucesivamente más finos pasando ulteriormente en arcillas pizarrosas fracturadas, expuestas en las estaciones HB 544-546.

Al lado del puente situado sobre la quebrada Desaguadera ,principian nuevamente areniscas de grano fino y rocas arcillo-arenosas, las cuales posiblemente corresponden a la arenisca gruesa de la parte superior del Albiano Inferior, al Oeste de Tinjacá. Después sigue una zona muy mal expuesta la cual se extiende hasta el Santoniano-Campaniano al Oeste de Tunja.

En la serie de arcillas micáceas y de areniscas situada entre las estaciones HB 538 y HB 546, colectamos relativamente muchos fragmentos de moluscos pero desafortunadamente, muy pocos están lo suficientemente bien conservados como para identificarlos. Según la determinación de la señorita Margoth Barrios M. tenemos las siguientes formas:

*Neithea aequicostata* SOWERBY  
*Exogyra boussingaultii* D'ORBIGNY  
 " *squamata* D'ORBIGNY  
*Turritella (Haustator) columbiana* JAWORSKI  
 Equínido indet.

Esta fauna y también la facies litológica, corresponde bien al Albiano Inferior del Oeste de Tinjacá.

### Cuaternario

Las depresiones del terreno en los alrededores de Leiva están cubiertas frecuentemente por depósitos cuaternarios los cuales alcanzan en algunos sitios espesores de 30 m. y constan de piedras y bloques poco redondeados procedentes de las capas duras de todas las formaciones presentes en esta región. Con mucha frecuencia se encuentran bloques de cuarcita de Arcabuco, concreciones del Barremiano y Aptiano y también bloques de la arenisca de la parte superior del Albiano Inferior.

Concreciones barremianas transportadas durante el Cuaternario cubren con frecuencia los depósitos del Aptiano y Albiano. Al Sur-Este de Santa Sofía, al lado de la carretera hacia Leiva, colectamos encima de arcillas aptianas, concreciones con la siguiente fauna barremiana (HB 557):

*Pseudohaploceras* aff. *liptoviense* (ZEUSCHNER)  
*Nicklesia pulchella* (D'ORBIGNY)  
*dumasiana* (D'ORBIGNY)  
*lenticulata* HYATT  
*zeilevi* (NICKLES)  
*Pedioceras caquesensis* (KARSTEN)  
*Ancyloceras beyrichi* KARSTEN  
*Pseudocrioceras* aff. *abichi* (KARSTEN)  
*Ptyhoceras* aff. *emericianum* (D'ORBIGNY)  
 Costilla de reptil

Acumulaciones cuaternarias de fósiles barremianos, tan ricas como éstas, pueden muy fácilmente dar lugar a errores y engaños. Creemos que las *Nicklesias* descritas por E. C. H. ROSCHEN (1929) de Ráquira, se deriven de capas cuaternarias colocadas encima de un suelo sólido del Albiano.

Unos 2 km al Sur de Villa de Leiva, se formó durante el Cuaternario una cubierta travertina, la cual ocupa un área de algunos 100 m de diámetro y alcanza un espesor de 10 m. En esta caliza se encuentran frecuentemente huesos y dientes de mamíferos. El Museo Geológico Nacional de Bogotá, tiene en su colección tres ramas mandibulares con dentición casi completa de un Mastodonte.

## HISTORIA GEOLOGICA

Al fin del Jurásico, el suelo de la región de Leiva se fué sumergiendo lentamente bajo la superficie del mar y las areniscas y arcillas duras depositadas durante el Jurásico (?) (Formación de Arcabuco) se aplanaron por la abrasión del mar transgresivo y finalmente fueron redepositadas. Estas areniscas estratificadas, con intercalaciones de arcilla dura y colorada, representan el depósito de un mar muy poco profundo y corresponden probablemente al Berriasiano de los Alpes Occidentales. Pero desafortunadamente, carecen de fósiles para la confirmación de esta suposición.

Sucesivamente el mar se volvió más profundo y permitió a los Equinidos, Trigonias y otros Lamelibranquios poblar la región de Leiva en el Valanginiano Superior; enseguida el fondo del mar bajó muy rápidamente y fueron depositadas allí las arcillas hauterivianas de facies batial con *Astierias* (*Olcostephanus*) y *Thurmanniceras* (pl. 4).

En esta región, el Barremiano principia con sedimentos clásticos mientras que más al Norte, por ejemplo en la Mesa de Los Santos y al Oeste de Bucaramanga, observamos una sedimentación continua desde el Hauteriviano hasta el Barremiano. Posiblemente el suelo de Leiva, se levantó sobre el nivel del mar y al final de un período seco y corto, fueron transportadas hacia esta región las piedras redondas y calcáreas de la base del Barremiano de Leiva.

Durante el Barremiano y el Aptiano Inferior, el mar permaneció poco profundo y al finalizar este período la región de Leiva se convirtió en un estuario en el cual un río transportó troncos de árboles; dicho estuario estaba poblado por Plesiosaurios y otros reptiles y en sus ciénagas se depositó el yeso.

Sucesivamente el suelo volvió a bajar y durante el final del Aptiano, alcanzó profundidades batiales parecidas a las del Hauteriviano.

El hecho de que el Albiano sigue —como parece— concordantemente encima del Aptiano de Tinjacá, pero en transgresión discordante sobre el flanco Oriental del anticlinal de Arcabuco, se explica muy claramente si suponemos que la región de Leiva fué plegada al finalizar el Aptiano y la parte Oriental de la estructura de Arcabuco se levantó sobre el nivel del mar mientras que otras zonas situadas en sus alrededores quedaron inundadas. Estos movimientos pre-albianos y también los pre-barremianos, se pueden considerar como preludios de las fases orogénicas del fin del Cretáceo y del Terciario.

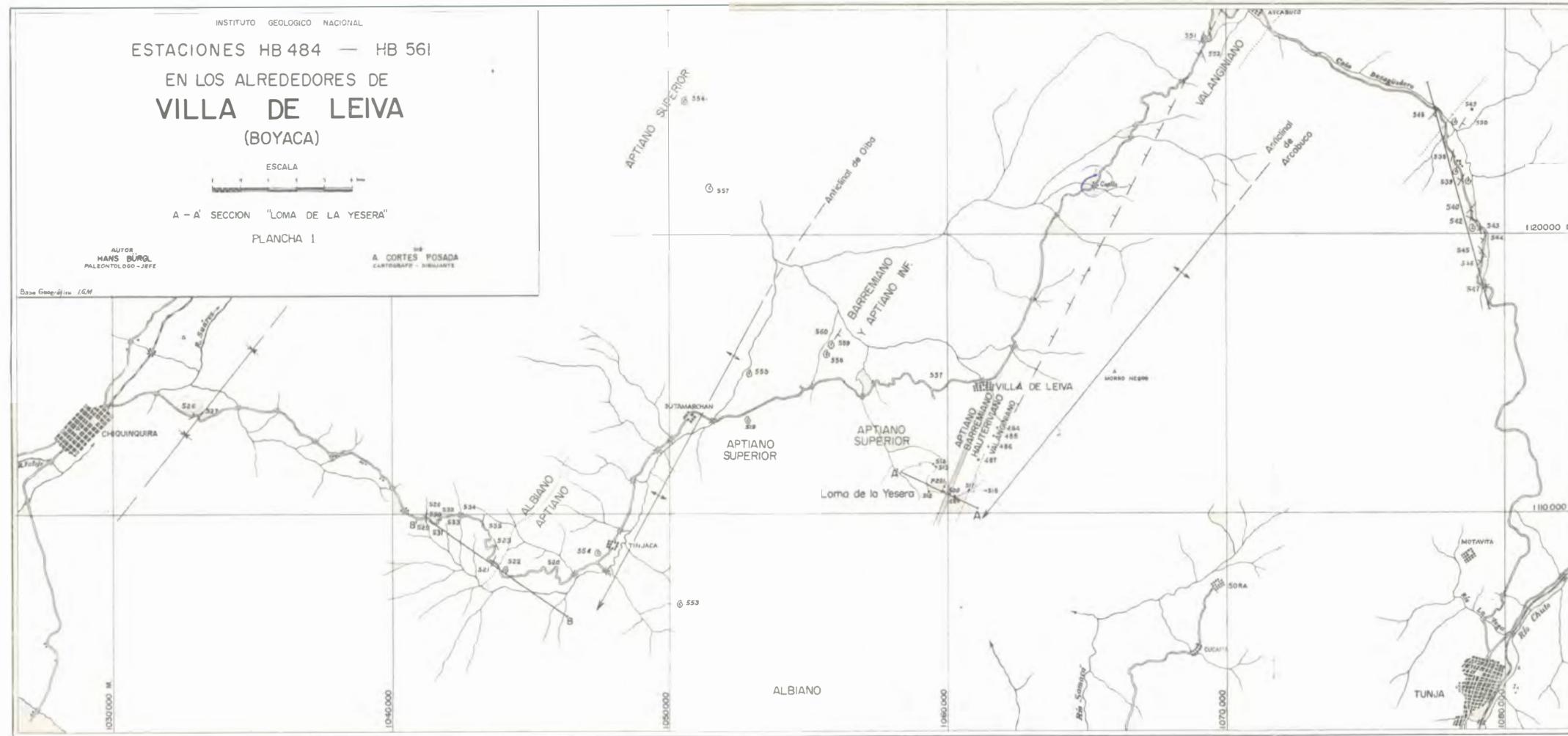
En el período albiano, la región Leiva-Chiquinquirá se hundía continuamente hasta alcanzar condiciones batiales en el Albiano Medio y Superior (*Oxytropidoceras* y *Venezoliceras*).

Los tiempos siguientes hasta el comienzo del Cuaternario, no se reflejan en esta región. Antes del Cuaternario probablemente rigió allí, un período muy largo de erosión durante el cual fueron desalojados mucho más de mil metros de sedimentos del Cretáceo Superior. Ríos, mucho más abundantes en agua que los actuales, formaron sus lechos y acumularon el detrito de los estratos cretáceos en depresiones del terreno. Cerca de Leiva existió una fuente caliente cuyos alrededores fueron cubiertos por travertina; en ocasiones esta fuente se convirtió en la tumba de los Mastodontes y de otros animales que frecuentaban dichas aguas minerales.

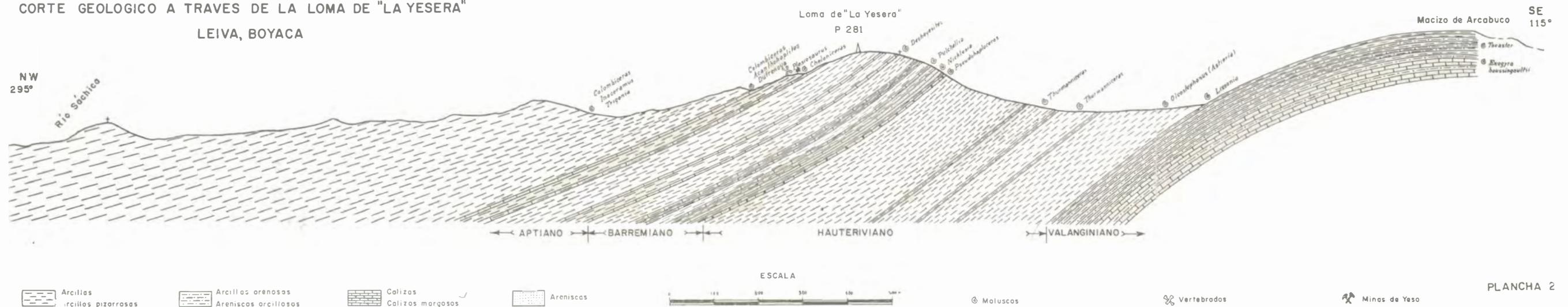
## BIBLIOGRAFIA

- BOTERO RESTREPO, G.: Localidad fosilífera de vertebrados e invertebrados de Leiva, Boyacá. Informe 495 del Inst. Geol. Nal., Bogotá, 1945. Inédito.
- GERHARDT, K.: Beitrag zur Kenntnis zur Kreideformation in Columbien. N. Jahrb. f. Min. etc., Beilageband XI, Stuttgart, 1897.
- GERHARDT, K.: Beitrag zur Kenntnis der Kreideformation in Venezuela and Peru. — N. Jahrb. f. Min. etc. Beilageband XI, Stuttgart 1897.
- GIGNOUX, M.: Géologie Stratigraphique. — 3. ed., Paris, 1950.
- GROSSE, E.: Acerca de la Geología del Sur de Colombia. I. Comp. Est. Geol. of Colombia, III, Bogotá.
- HERRERA ALDANA, E.: Informe sobre la restauración y montaje del esqueleto del plesiosaurio de Villa de Leiva. Inf. Inst. Geol. Nal. Bogotá, 1952. Inédito.
- HETTNER, A.: Die Kordillere von Bogotá. — Peterm. Mitteil., Erg. Bd. 22, N° 104, 1892.
- HUBACH, E.: Condiciones geológicas de las variantes de carretera en la región Arcabuco-Barbosa-Oiba. Informe 952 del Inst. Geol. Nal., Bogotá, 1953. Inédito.
- KILIAN, M. W.: Le Crétacé Inférieur de la France. Mém. Carte Géol. Dét. France, Paris, 1920.
- ROSCHEN, E.H.C.: The Ammonite Family Puchelliidae in Colombia. John Hopkins University Studies in Geology 10, Baltimore 1929.
- SCHEIBE, E. A.: Estudios geológicos sobre la Cordillera Oriental. Est. Geol. y Pal. sobre la Cor. Orient. de Colombia 1ª parte. Bogotá, 1938.

Para el presente estudio no nos fue posible considerar el trabajo de ÉLIANE BASSE "Quelques invertébrés crétacés de la Cordillère Andine", Bull. Soc. Geol. France, 4e. sér., t. XXVIII, pp. 113-148, pls. VII-VIII, figs. 1-20, París, 1928, ya que solamente se logró adquirir un microfilm cuando el informe ya estaba en impresión.



CORTE GEOLOGICO A TRAVES DE LA LOMA DE "LA YESERA"  
LEIVA, BOYACA



MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS  
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE PALEONTOLOGIA

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL  
CRETACEO INFERIOR  
EN LA REGION DE  
VILLA DE LEIVA

Medio  
Inferior

ALBIANO + 1000 m  
APTIANO ± 600 m

Superior  
Inferior

APTIANO ± 600 m  
BARREMIANO 105 m

BARREMIANO 105 m  
HAUTERIVIANO 385 m

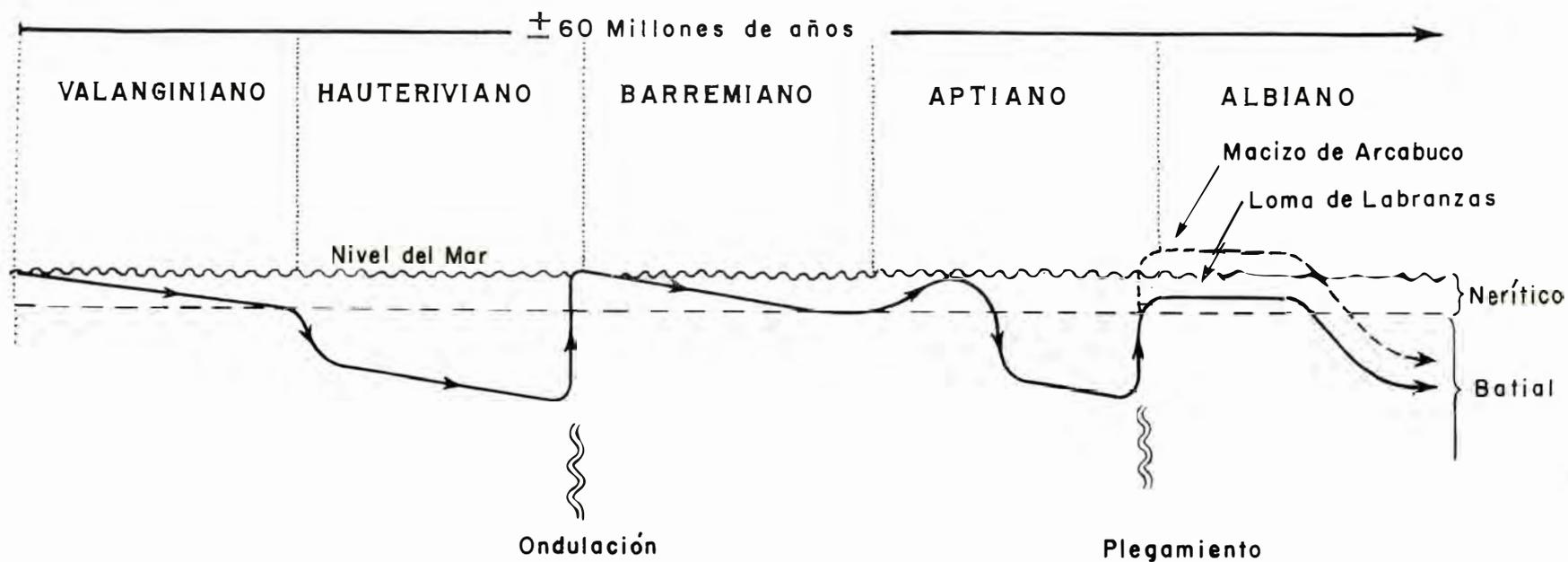
HAUTERIVIANO 385 m  
VALANGINIANO + 120 m



ESCALA



MOVIMIENTOS DEL SUELO EN LA REGION DE LEIVA, BOYACA  
DURANTE EL  
CRETACEO INFERIOR



# EL CRETACEO SUPERIOR

## EN LA REGION DE GIRARDOT

P O R

HANS BÜRGL  
PALEONTOLOGO JEFE

y

YOLANDA DUMIT TOBON  
PALEONTOLOGO ASPIRANTE

### C O N T E N I D O:

ABSTRACT .....	25
RESUMEN .....	27
INTRODUCCION .....	29
LA SECCION GIRARDOT-NARIÑO	
Notas generales .....	31
Turoniano .....	31
Coniaciano .....	32
Santoniano .....	34
Campaniano .....	35
Maestrichtiano .....	37
SECCION GIRARDOT-MELGAR	
Notas generales .....	38
Santoniano .....	39
Campaniano .....	39
Maestrichtiano .....	39
CONCLUSIONES .....	41
BIBLIOGRAFIA .....	42

### P L A N C H A S

1. Microfauna y estratigrafía de la sección Girardot-Nariño.
2. Columna estratigráfica de la sección Girardot-Nariño.
3. Plano de la carretera Girardot-Nariño.
4. Columna estratigráfica de la Sección Girardot-Melgar.
5. Microfauna y estratigrafía de la sección Girardot-Melgar.
6. Columna estratigráfica de la sección Tabio-Chía.
7. Comparación de tres secciones del Cretáceo Superior al Oeste de Bogotá.
8. Perfil geológico Girardot-Nariño.

## A B S T R A C T

The town of Girardot in the Upper Magdalena Valley lies in a syncline composed of Tertiary and Upper Cretaceous beds. The Cretaceous portion consists of a rock sequence ranging in time from Upper Turonian into the Maestrichtian.

Two sections in the Upper Cretaceous, one West of Girardot (Girardot-Nariño) and one East of said town (Girardot-Melgar) are described in detail with regard to the lithology and to the content in mollusks and foraminiferas. Ammonites were used for age assignments wherever possible. The study of the microfaunas furnished valuable additional information.

Several lithologic units can be distinguished in the beds of Turonian and Coniacian age. They contain a rather rich assemblage of ammonites, but the foraminiferal fauna is poor and consists almost exclusively of planctonic forms. The uppermost portion of the Coniacian is represented by the "Second Chert". The next higher lithologic units are free of mollusks but contain a rather homogeneous and rich foraminiferal fauna which we consider as being Santonian in age. They are overlain by the "First Chert" and then by sandy marls and clays which are characterized by a Campanian ammonite assemblage and by a microfauna extremely rich in *Siphogenerinoides*. All horizons from the Turonian up to the top of the Campanian are connected by lithologic and microfaunistic transition zones, indicating continuous sedimentation during these epochs. In contrast, there is a clear hiatus on top of the Campanian, followed by a new transgression at the beginning of Maestrichtian time. The Maestrichtian is characterized particularly by *Siphogenerinoides plummeri* (or *bramlettei*?) while mollusks are rather scarce and restricted to its lowermost layers. A gradual increase of land influence is noted in the Upper Maestrichtian which predominantly consists of sands and sandstones. Thin layers of clay with *Siphogenerinoides* mark periodical invasions from the more open sea.

The Upper Cretaceous of the region of Girardot is less arenaceous and more calcareous than that of the surroundings of Bogota. The Santonian (and Coniacian?) deposits show similar thicknesses in both regions. The Campanian and Maestrichtian beds, however, are considerably thicker near Girardot than near Bogota. This indicates that the zone of maximum deposition in the Cretaceous geosyncline moved from a more eastern position into the Magdalena Valley at the beginning of Campanian time, where significantly thick sediments were deposited then in Tertiary time.

This shifting of the axis of sedimentation undoubtedly reflects the beginning upheaval of the Eastern Cordillera and the contemporaneous acceleration in the subsidence of the Rio Magdalena trough. The same phenomenon of accelerated subsidence can be observed at the eastern margin of the Eastern Cordillera (Llanos) in late Oligocene time.

## RESUMEN

La ciudad de Girardot está situada en un sinclinal terciario, limitado al Norte, Este y Oeste por rocas del Cretáceo Superior, las cuales comprenden una serie completa desde el Turoniano Superior hasta el Maestrichtiano.

Dos secciones del Cretáceo Superior han sido descritas en detalle en cuanto a su litología y a su fauna de moluscos y foraminíferos, la una situada al Oeste (Girardot-Nariño) y la otra al Este (Girardot-Melgar). La determinación de la edad de los horizontes está basada, en lo posible, en amonitas, aunque del estudio de los foraminíferos se obtuvieron valiosos datos.

El Turoniano y el Coniaciano se dividen en algunos horizontes litológicos y son ricos en amonitas y lamelibranquios, mientras que la microfauna es muy pobre, conteniendo casi exclusivamente formas planctónicas. El Coniaciano Superior está representado por la "segunda lidita"; las margas y arcillas situadas encima de ésta, no contienen moluscos pero sí una microfauna muy rica y uniforme, la cual consideramos de edad Santoniana. Dichas margas y arcillas están superpuestas por la "primera lidita" y por margas y arcillas arenosas, caracterizadas por la presencia de amonitas campanianas y por una microfauna muy rica en varias especies de *Siphogenerinoides*. Todos los horizontes, desde el Turoniano hasta la cima del Campaniano, están conectados por transiciones litológicas y microfaunísticas las cuales indican una sedimentación continua durante estos períodos. En contraste, observamos un hiato encima del Campaniano, seguido al principio del Maestrichtiano por una transgresión nueva, caracterizada por la aparición de *Siphogenerinoides plummeri* o *bramlettei*. Hacia arriba los de óstos maestrichtianos se vuelven gradualmente más arenosos y más continentales. Algunas intercalaciones finas, arcillosas, con *Siphogenerinoides plummeri* determinan períodos cortos de inundaciones marinas.

En comparación con el Cretáceo Superior de los alrededores de Bogotá, el de la región de Girardot es más rico en cal y menos arenoso que aquél y mucho más rico en fósiles. El espesor del Santoniano (y del Coniaciano?) es igual tanto en la región de Bogotá como en la de Girardot y en cambio el del Campaniano y del Maestrichtiano es mucho mayor cerca de Girardot que de Bogotá; esto indica que la zona de máxima sedimentación en el geosinclinal cretáceo se movió al principio del Campaniano de una posición más oriental hacia la hoya del Río Magdalena, donde después fueron depositados sedimentos de un mayor espesor en el Terciario. Este traslado del eje de sedimentación refleja evidentemente la iniciación del sollevamiento de la Cordillera Oriental favorecido por una relativa acentuación del hundimiento en la hoya del Magdalena. El mismo fenómeno de hundimiento se observa en el borde oriental (Llanos) de la Cordillera Oriental, a partir del Oligoceno.

## I N T R O D U C C I O N

Geológicamente, la ciudad de Girardot está situada en un sinclinal terciario, limitado al Norte, Este y Oeste por el Cretáceo Superior. Las capas expuestas en esta zona cretácea comprenden desde el Turoniano Superior hasta el Maestrichtiano.

En el mes de febrero de 1952, una Comisión del Instituto Geológico Nacional bajo la dirección del doctor H. C. Raasveldt, estudió el Cretáceo Superior de esta región. En el curso de dicha comisión, la cual se desarrolló particularmente al lado de la carretera Girardot-Nariño y Girardot-Melgar, se midieron secciones y se colectaron megafósiles y muestras para el estudio microscópico. Los suscritos prepararon y determinaron los fósiles en el Museo Geológico Nacional donde se encuentran como prueba de los resultados obtenidos en dicho estudio.

Nuestros resultados fueron discutidos varias veces con los doctores H. C. Raasveldt, Jefe del Departamento de Fotogeología y V. Petters, Paleontólogo Jefe de la International Petroleum Company (Colombia). Este intercambio de ideas resultó muy valioso por lo cual agradecemos profundamente su amable colaboración. Cooperaron también en el presente trabajo las señoritas Margoth Barrios y Blanca Gómez.

## LA SECCION GIRARDOT-NARIÑO

### Notas generales

Según la mega y la microfauna encontrada en la sección Girardot-Nariño, esta región consta de capas del Cretáceo Superior, comprendiendo desde el Turoniano hasta el Maestrichtiano. Las rocas que constituyen dicha serie son las llamadas desde el tiempo de Karsten "plaeners", término que se ha ido generalizando: en principio se trata de estratos plano-paralelos, delgados y formados en parte continua y en parte alternativamente por margas arcillosas, arcillas esquistosas, liditas margosas y liditas puras; frecuentemente intervienen areniscas lajosas y esponjosas. Todos los subhorizontes litológicos desde el Turoniano hasta la cima del Campaniano pasan gradualmente del uno al otro, indicando que dichos depósitos son el resultado de una sedimentación continua. Algunas veces los límites faunísticos están dentro de un horizonte litológicamente uniforme.

En contraste con esta sedimentación continua, observamos siempre en la región de Girardot, un hiato en la base del Maestrichtiano el cual indica una suspensión de la sedimentación, por un período corto y una transgresión nueva del mar maestrichtiano.

La sección Girardot-Nariño en lo general no es pobre en megafósiles, pero éstos están concentrados particularmente en el Coniaciano, mientras que en las otras formaciones los moluscos son relativamente escasos, encontrándose únicamente fragmentos de amonitas, en tanto que los lamelibranquios se hallan, algunas veces, en perfecto estado de conservación. Es muy extraño el no haber encontrado moluscos en el Santoniano ya que es una formación bastante rica en foraminíferos en la región de Girardot.

La microfauna de la sección Girardot-Nariño se divide en tres grupos principales (plancha 1): el grupo inferior que es en lo general muy pobre y consta en su mayoría de formas planctónicas como *Globigerina*, *Gümbelina* y raras *Globotruncanas*. Basándonos en Cefalopodos determinamos la edad de este grupo como Turoniano-Coniaciano. El grupo medio representa una fauna muy rica con *Bulimina*, *Anomalina*, *Gyroïdina*, etc. y corresponde a la zona sin moluscos. El grupo superior está caracterizado por la abundancia en especies de *Siphogenerinoides* y también por la presencia de moluscos, por esto se le considera como Campaniano-Maestrichtiano. Estos tres grupos microfau-nísticos se pueden dividir fácilmente en zonas menores.

### Turoniano

En el aspecto litológico, el Turoniano expuesto consta de dos horizontes:  
Arriba: 25 m de margas arenosas con concreciones calcáreas y capas de caliza arenosa con *Coilopoceras*, *Thomasites* e *Inoceramus*.

Abajo: 40 m esquistos margosos oscuros con *Inoceramus*.

Los esquistos margosos oscuros ocupan el eje del anticlinal pero solamente se encuentran expuestos en su parte superior (plancha 2). Estos esquis-

tos son uniformes, duros y no están claramente estratificados; contienen fragmentos de *Inoceramus* pero no logramos coleccionar un ejemplar específicamente determinable.

Sobre los esquistos oscuros se encuentra un horizonte llamado por el Instituto Geológico Nacional y los geólogos de petróleo: "La Frontera". Este horizonte consta de margas arenosas estratificadas en bancos hasta de 50 cm de espesor las cuales contienen caliza arenosa y también algunas capas delgadas de lidita, rica en concreciones calcáreas, menos en su parte superior donde están ausentes (Figs. 1, 2). Esta parte superior contiene:

*Coilopoceras* aff. *colleti* HYATT  
*Thomasites rollandi complanata* PERVINQUIERE e  
*Inoceramus labiatus* SCHLOTHEIM.

Unos 15 m más abajo coleccionamos:

*Coilopoceras* aff. *grassouvi* HYATT.

Todas estas formas son características para el Turoniano.

¿ Además encontramos un cráneo de pez de más de 20 cm de longitud.

La microfauna de estas capas es extremadamente pobre, conteniendo las siguientes formas (Véase también la plancha 1):

*Gümbelina globulosa* EHRENBERG  
*Globigerina cretacea* D'ORBIGNY  
 rr *Bulimina prolixa* CUSHMAN & PARKER  
 rr *Buliminella colonensis* CUSHMAN & PARKER  
 rr *Globotruncana marginata* (REUSS).

Esta microfauna es casi exclusivamente planctónica.

### Coniaciano

El espesor de esta formación es de 150 m; pero por motivo de repeticiones tectónicas, es muy extensa al lado de la carretera Girardot-Nariño, en el flanco Norte del anticlinal, en tanto que en el flanco Sur, está casi completamente ausente debido a una falla que acompaña al eje del anticlinal (plancha 3). En el flanco Norte podemos distinguir las siguientes subdivisiones litológicas (plancha 2):

- Arriba 70 m de liditas con *Texanites* aff. *serratmarginatus* (REDTENBACHER).
- 45 m de margas arcillosas finamente estratificadas con *Prionocycloceras*, *Barroisiceras* y *Scaphites*.
- 20 m de esquistos margosos hojosos con *Barroisiceras* y *Didymotis*.
- Abajo : 15 m de margas arenosas con liditas y con *Prionocycloceras*, *Barroisiceras*, *Inoceramus*, etc.

El límite con el Turoniano sólo se puede trazar mediante moluscos, ya que no hay casi diferencia litológica entre el Turoniano más superior y las capas más bajas del Coniaciano.

Tanto en la zona basal del Coniaciano como en el Turoniano Superior ("La Frontera") encontramos margas arenosas bien estratificadas con

capas de caliza arenosa y algunas capas delgadas de lidita. Hallamos los siguientes fósiles:

*Prionocycloceras guayabanum* (STEINMANN)  
*Barroisiceras* (*Harleites*) spec.  
*Monotis* (*Didymotis*) *roemeri* (KARSTEN)  
*Inoceramus peruanus* BRUEGGEN.

Los fósiles se encuentran frecuentemente impregnados con petróleo o asfalto. En sus informes y mapas el Dr. Raasveldt llama este horizonte K6b.

Encima de este nivel, encontramos margas muy finamente estratificadas, como hojas de papel, de color gris-rojizo con

*Barroisiceras* spec.  
*Monotis* (*Didymotis*) *roemeri* (KARSTEN)

y con muchas escamas de peces. Superpuesto hay un horizonte (Raasveldt K6a) de unos 50 m de espesor con margas arcillosas y arenosas bien estratificadas que contienen concreciones calcáreas, extremadamente grandes, de forma ovalada (fig. 3). Algunas concreciones situadas cerca a la base de este horizonte alcanzan diámetros hasta de 2 m, mientras que las cercanas a la cima, son más pequeñas. En estas concreciones se encuentra la fauna de moluscos más rica de toda la sección. Logramos determinar los siguientes:

*Peroniceras mouveti* DE GROSSOUVRE  
*Prionocycloceras guayabanum* (STEINMANN)  
*Collignoniceras woollgari* (MEEK)  
*Barroisiceras subtuberculatum* (GERHARDT)  
*Belemnites* spec. indet.  
*Monotis* (*Didymotis*) *roemeri* (KARSTEN)  
*Inoceramus peruanus* BRUEGGEN  
 Diente de reptil.

También en este horizonte los cefalópodos están algunas veces impregnados de asfalto. Fácilmente se puede ver que la fauna de moluscos en los tres horizontes del Coniaciano es uniforme, razón por la cual, consideramos que las capas con concreciones grandes, los esquistos hojosos y la parte superior de las margas con liditas delgadas, constituyen una unidad stratigráfica que representa el Coniaciano Inferior. La microfauna es también muy uniforme y consta exclusivamente de formas planctónicas:

*Gumbelina globulosa* EHRENBERG y  
*Globigerina cretacea* D'ORBIGNY

El Coniaciano Superior está representado por liditas ("segunda lidita" =K 5 Raasveldt), las cuales están estratificadas en capas de 2 cm de espesor, es decir mucho más finas que las de la "primera lidita" situada más arriba. En su totalidad esta "segunda lidita" contiene un poco de cal o marga y está plegada muy fuertemente, formando pliegues de 2 hasta 10 metros de radio. Por esta razón es difícil calcular el espesor de este horizonte, el cual estimamos en unos 70 m. En contraste con la primera lidita (Campaniano), las intercalaciones arcillosas están prácticamente ausentes. Las capas son ricas en escamas de peces y en concreciones margoso-calcáreas; en dichas concreciones encontramos:

*Texanites* aff. *serratmarginatus* (REDTENBACHER)

La microfaua es extremadamente pobre: solamente

*Globigerina cretacea* D'ORBIGNY

se encuentra en la mayoría de las muestras.

**Santoniano**

Esta formación tiene un espesor de 110 m; por su litología la subdividimos en tres horizontes:

Superior: 35 m de margas silicosas, arcillosas, con calizas arenosas

Medio : 20 m de arcillas margosas poco estratificadas

Inferior: 55 m de margas silicosas y arcillosas finamente estratificadas.

110 m de Santoniano.

La serie basal (Raasveldt K 4 b) se desarrolla sucesivamente desde las liditas del Coniaciano Superior, pasando las liditas a margas silicosas las cuales están muy finamente estratificadas (Fig. 4). El contenido en arcilla se vuelve gradualmente más rico y los bancos crecen en espesor hasta presentarse el horizonte de las arcillas margosas (Raasveldt K 4 a): estas arcillas son un poco arenosas y mal estratificadas (Fig. 5). Hacia arriba pasan a arcillas margosas arenosas y hojosas con intercalaciones de esquistos margosos silicosos y calizas arenosas con grandes concreciones calcáreas (Fig. 6) horizonte K 34.

Todas estas capas son muy ricas en escamas de peces, pero no logramos hallar restos de moluscos.

La microfaua se desarrolla gradualmente de la del Coniaciano. En las capas basales o sea las margas silicosas (K 4 b), encontramos una microfaua también muy pobre, que consta casi exclusivamente de formas planctónicas.

Según la microfaua se pueden distinguir tres zonas bien definidas:

Parte Superior: Zona C de

*Anomalina redmoni* PETTERS

*Haplophragmoides excavata* CUSHMAN & WATERS

*Ammobaculites coprolithiformis* (SCHWAGER)

Zona B de

*Anomalina redmondi* PETTERS

*Haplophragmoides excavata* CUSHMAN & WATERS

*Bulimina compressa* CARSEY

*Dentalina lorneiana* D'ORBIGNY

Parte Inferior: Zona A de

*Bulimina compressa* CARSEY

*Dentalina lorneiana* D'ORBIGNY

Fácilmente se puede ver que la zona media (B) representa una intersección de las zonas A y C. Las tres zonas microfauísticas corresponden a los tres horizontes litológicos descritos anteriormente:

Zona C K 34, arcillas margosas con calizas silicosas.

Zona B K 4 a, arcillas margosas.

Zona A K 4 b, margas silicosas bien estratificadas.

Así como lo demuestra la plancha I, fuera de los foraminíferos mencionados, encontramos frecuentemente

*Ammobaculites alexanderi* CUSHMAN  
*Buliminella carseyae* PLUMMER  
*Bulimina proluxa* CUSHMAN & PARKER  
*Gyroidina compressa* (ALTH),

formas que están restringidas a las capas situadas entre la primera y segunda lidita y a la zona basal de la "primera lidita".

No obstante algunas variaciones, las capas entre la primera y segunda lidita están estrechamente conectadas por una microfauna muy uniforme, la cual indica que se trata de una unidad estratigráfica. Estas capas están conectadas con el Coniaciano y el Campaniano por transiciones litológicas y faunísticas, indicando que se trata de una sedimentación continua desde el Coniaciano hasta el Campaniano y que el Santoniano debe estar representado en esta sucesión.

La mayoría de los foraminíferos encontrados en las capas situadas entre la primera y segunda lidita, sirven poco para la determinación exacta de la edad ya que en Texas se extienden desde el Austin hasta el Navarro (Coniaciano-Maestrichtiano). Pero nuestra microfauna contiene dos especies:

*Bulimina compressa* CARSEY y  
*Ammobaculites alexanderi* CUSHMAN,

las cuales, según nuestras informaciones son conocidas exclusivamente del Santoniano.

Todos estos hechos indican que las capas comprendidas entre la primera y la segunda lidita son de edad Santoniana.

### Campaniano

En la sección Girardot-Nariño, el Campaniano se presenta con un espesor de 250 m y litológicamente está dividido en tres horizontes:

Arriba + 65 m de arcillas margosas arenosas  
85 m de margas silicosas bien estratificadas  
Abajo + 100 m "primera lidita"  
+ 250 m de Campaniano.

La "primera lidita" (Raasveldt K3) es una serie muy uniforme, formada en primer término por liditas que en este lugar son un poco margosas (Fig. 7) y están estratificadas en capas de 5 hasta 10 cm de espesor; individualmente estas capas tienen un espesor mayor que el de las capas de la segunda lidita del Coniaciano Superior. Entre estas capas lidíticas frecuentemente se encuentran intercalaciones de margas y arcillas blandas. En estas intercalaciones colectamos muestras para estudiar la microfauna. En todos estos afloramientos la lidita se presenta intensamente plegada y amasada, mientras que sus capas infra y suprayacentes muestran una estratificación muy regular. El espesor de la serie lidítica sólo se puede calcular aproximadamente.

Las margas silicosas y arenosas (Raasveldt K 2c) que se encuentran sobre la "primera lidita", muestran una estratificación fina parecida a la de la "pri-

mera lidita", pero en estas capas predomina la marga mientras que se halla reducido el contenido en sílice (Fig. 8).

En el flanco Norte del anticlinal Girardot-Nariño, solamente está expuesta la parte inferior de las margas silicosas y arenosas. Pero en el flanco Sur se puede observar que las margas pasan hacia arriba a margas arenosas estratificadas en bancos de 2 cm de espesor, atravesados por fracturas, razón por la cual las capas se rompen en romboedros (Fig. 9).

Estas margas finamente estratificadas pasan hacia arriba a arcillas margosas arenosas que representan la parte alta del Campaniano (Raasveldt K2b). Dichas arcillas están estratificadas irregularmente y tienden a formar concreciones blandas y esféricas (Fig. 10).

En la "primera lidita" (Campaniano Inferior) no encontramos moluscos: pero las margas silicosas-arcillosas (Campaniano Medio) y las arcillas margosas (Campaniano Superior) son relativamente ricas en impresiones de lamelibranchios y amonitas. Sin embargo, es muy difícil obtener ejemplares lo suficientemente bien conservados como para una determinación exacta. Mencionamos de nuestra colección los siguientes:

*Stantonoceras* spec.  
*Nostoceras* div. spec. indet.  
*Furtilites* spec. aff. *splendidus* SHUMARD  
*Pachydiscus* (?) spec.  
*Gryphaeostrea vomer* (MORTON)  
*Serpula* spec.

La mayoría de estos géneros son característicos para el Campaniano-Maesrichtiano. Solamente *Stantonoceras* no se encuentra en capas encima del Campaniano. La presencia conjunta de las formas anteriormente citadas, indica la edad Campaniana.

La microfauna es igual en todas las subdivisiones del Campaniano, excepto en las capas situadas en la base de la "primera lidita", cuyos últimos 20 m inferiores carecen de *Siphogenerinoides* que es el género más común del Campaniano: más bien están caracterizados por las siguientes formas:

*Buliminella carseyae* PLUMMER  
*Sporobulimina perforata* STONE  
*Neobulimina canadensis* CUSHMAN & WICKENDEN  
*Wheelerella magdalenaensis* PETTERS  
*Gyroidina depressa* (ALTH).

*Buliminella carseyae* PLUMMER y *Gyroidina depressa* (ALTH), son características para las capas consideradas por nosotros como pertenecientes al Santoniano. La descripción de *Neobulimina canadensis* no permite ver con seguridad a cual formación pertenece esta especie. *Wheelerella magdalenaensis* hasta ahora sólo es conocida de la zona en discusión. Pero *Sporobulimina perforata* STONE fué encontrada en la "Clavulina Shale" del Perú (B. STONE, 1949, p. 82) junto con *Siphogenerinoides bermudezi* STONE y *Siphogenerinoides reticulata* STONE, asociación ésta, típica para el Campaniano. Parece por lo tanto, que la parte más baja de la "primera lidita", presenta una microfauna de transición, la cual se puede colocar con igual razón tanto en el Santoniano como en el Campaniano.

Preferimos en este caso incluirla en el Campaniano y considerar la base de la "primera lidita" como el límite Campaniano-Santoniano.

La microfauna del resto de la "primera lidita" no se distingue de la de las margas silíceas y arcillosas suprayacentes y está caracterizada por varias especies de *Siphogenerinoides* así como muestra la lista de las formas más frecuentes:

*Rectogümbelina* spec. indet.  
*Siphogenerinoides clarki* CUSHMAN & CAMPBELL.  
*Siphogenerinoides* spec. aff. *clarki*  
*Siphogenerinoides bermudezi* STONE.  
*Siphogenerinoides reticulata* STONE.  
*Siphogenerinoides landesi* STONE.  
*Bulimina exigua* CUSHMAN & PARKER  
*Bulimina proluxa* CUSHMAN & PARKER  
*Bulimina kickapooensis* COLE.  
*Bulimina aspera* COLE.  
*Bulimina reussi navarroensis* CUSHMAN & PARKER.

Únicamente en el flanco Sur-Este del anticlinal aparece:

*Siphogenerinoides cretacea* CUSHMAN,

forma muy típica para el Campaniano Superior y el Maestrichtiano más Inferior. En el flanco Nor-Oeste, cerca a Nariño, el Campaniano Superior y el Maestrichtiano no están expuestos.

### Maestrichtiano

En todos los sitios de los alrededores de Girardot, donde observamos el contacto Maestrichtiano-Campaniano, el Maestrichtiano principia con transgresión, la cual coincide con la aparición de *Siphogenerinoides plummeri*.

En el Campaniano más Superior, a un lado de la carretera Girardot-Nariño, encontramos algunas veces concreciones grandes, relativamente blandas, que constan casi del mismo material que el de las rocas que las incluyen. Se puede observar muchas veces que la estratificación va sin interrupción a través de las bolas, indicando que su material fué depositado simultáneamente con el de las capas que las rodean.

En la base del Maestrichtiano encontramos también estas concreciones; las cuales constan frecuentemente de material Campaniano caracterizado por varias especies de *Siphogenerinoides*, exceptuando *S. plummeri* y *S. bramlettei*. Pero dichas bolas no están en contacto con el sedimento que las rodea y su estratificación algunas veces es oblicua con relación a las de las capas. El sedimento, que incluye las bolas, es una arena arcillosa margosa, muy parecida al Campaniano más Superior, pero caracterizado por el contenido de *Siphogenerinoides plummeri* o *bramlettei*. En este sedimento las concreciones representan cuerpos extraños, pero no parece que hubiesen sido transportadas desde distancias largas. Probablemente fueron excavadas durante un corto período continental y luego movidas un poco y recubiertas por la transgresión Maestrichtiana. Las capas más inferiores comprendidas desde 1 hasta 10 m, constan de material Campaniano redepositado; después siguen rocas típicas maestrichtianas.

Al lado de la carretera Girardot-Nariño, estas capas constan exclusivamente de arena blanda, en su base son algo arcillosas y en general ricas en material calcáreo y en vetas de caliza. La arena es maciza y muy poco estratificada.

En estas capas no encontramos moluscos pero en cambio hallamos que son muy ricas en foraminíferos, conteniendo en general las mismas formas del Campaniano y asociándose a éstas

*Siphogenerinoides plummeri* (CUSHMAN)  
*Siphogenerinoides bramlettei* CUSHMAN & HEDBERG

dos especies que solamente se pueden distinguir cuando hay ejemplares en perfecto estado de conservación.

Las capas más altas del Maestrichtiano al Oeste de Girardot, están profundamente alteradas a consecuencia del período continental eocénico y se encuentran cubiertas discordantemente por la brecha basal de la formación de Cira (Oligoceno). La Cira forma una transgresión sobre varios horizontes del Maestrichtiano-Campaniano.

### SECCION GIRARDOT-MELGAR

#### Notas generales

Las capas del Cretáceo Superior al Este de Girardot son bastante distintas de las del Oeste, particularmente en tres aspectos:

- a) Son mucho más ricas en arena y en arenisca.
- b) el espesor del Campaniano y Maestrichtiano es considerablemente reducido.
- c) la mega— y la microfauna son mucho más pobres en el Este que en el Oeste.

Sin embargo, es posible reconocer casi todas las subdivisiones constata-  
 das en la sección Girardot-Nariño, aun cuando en facies litológica distinta.

Al Este de Girardot, al lado del Río Fusagasugá y de la carretera Girardot-Melgar, hay buenos afloramientos, particularmente cerca al límite Maestrichtiano-Campaniano. Estos afloramientos se extienden aguas arriba del puente de donde sale la carretera que va a Carmen de Apicalá. Las capas expuestas en este sitio son:

Arriba :	60 m de areniscas	}	Maestrichtiano
	60 m de margas arcillosas		
	40 m de margas con calizas arenosas		
	65 m de areniscas	}	Campaniano
Abajo	15 m de liditas		

Debajo de las liditas se encuentran otra vez areniscas (probablemente del Santoniano) las cuales no alcanzan a aflorar en la carretera ni en el río y son visibles únicamente en el flanco Oeste, dirigido hacia Girardot.

En las colinas situadas al Norte del río Fusagasugá, estas capas están regularmente inclinadas hacia el Este con 20-40°; en cambio, al Sur del río dichas colinas presentan buzamientos variados hasta quedar en posición perpendicular y la continuidad de las capas está perturbada debido, probablemente, a una zona de fallas que acompaña la orilla Sur del Río Fusagasugá.

### Santoniano

Las cimas de la primera cordillera alta situada al Este de Girardot, están ocupadas en lo general por la "primera lidita". Debajo de ésta, se encuentran areniscas macizas que corresponden probablemente al Santoniano. En esta zona no hay afloramientos del Santoniano, fáciles de alcanzar.

Con la misma facies litológica se presenta el Santoniano en la región de la Sabana de Bogotá, por ejemplo en la sección entre Chía y Tabio (pl. 6), donde estas capas constan casi en su totalidad de areniscas macizas y blandas intercaladas solamente por dos bancos de "plaeners" (esquistos silicosos finamente estratificados) de unos 5 m de espesor. Estas areniscas carecen de fósiles y su edad se puede conocer únicamente, por su posición estratigráfica: encima de liditas con *Barroisiceras* (*Harleites*) spec. y *Cytherea* spec. (Coniaciano Medio) y debajo de la "primera lidita". En la sección Chía-Tabio, el Santoniano tiene probablemente el mismo espesor que en Girardot-Nariño, es decir 110 m.

### Campaniano

Al Este de Girardot (sección "Girardot-Melgar") está representado por:

- Parte Superior : 65 m de areniscas finas
- Parte Inferior : 15 m de "primera lidita".

La lidita presenta en general el mismo aspecto que en la sección Girardot-Nariño, solamente las intercalaciones delgadas se presentan aquí, formadas por arena o areniscas y no por margas. No observamos fósiles ni en la lidita ni en las intercalaciones arenosas; pero es posible que con métodos apropiados se puedan preparar, de estas capas, flagelados o radiolarios.

Las areniscas del Campaniano Superior son en lo general macizas y muestran en varios niveles una estratificación poco clara; en contraste con las areniscas del Maestrichtiano Inferior, no producen ninguna reacción con el ácido clorhídrico. En estas capas no observamos moluscos. Su microfauna es también muy pobre y consta de:

*Siphogenerinoides cretacea* CUSHMAN  
*Siphogenerinoides clarki* CUSHMAN & CAMPBELL  
*Siphogenerinoides bermudezi* STONE  
*Anomalina* cf. *henbesti* PLUMMER y  
 escamas de peces.

En la región de la Sabana de Bogotá, encontramos el Campaniano en una facies litológica parecida: areniscas macizas con algunas capas de plaeners, pero su espesor está reducido a unos 30 m y es difícil decir si las capas representan todo el Campaniano o solamente la zona lidítica del Campaniano Inferior. Entre el Campaniano y el Maestrichtiano no se puede observar una discontinuidad angular. Allí el Campaniano contiene

*Siphogenerinoides bermudezi* STONE  
*Siphogenerinoides ewaldi* (KARSTEN).

### Maestrichtiano

Algunos metros al Oeste de la gran cantera situada a un lado de la carretera Girardot-Melgar, el contacto Campaniano-Maestrichtiano está muy



En las capas basales del Maestrichtiano entre Tabio y Chía, colectamos también fragmentos de una amonita parecida o idéntica a *Nostoceras helicinum* (SHUMARD).

### CONCLUSIONES

Las formaciones más antiguas de Colombia hasta el fin del Girón, están desarrolladas en facies litológica de Goudwana. La transgresión que se efectuó al terminar el Jurásico o al principiarse el Cretáceo, abre una comunicación estrecha con la Tethys: particularmente la fauna barremiana y aptiana en Colombia contiene muchas formas comunes con las de Europa meridional, India y otras partes de la Tethys, hecho éste especialmente mencionado por V. UHLIG (1883).

El Cretáceo Superior de la sección Girardot-Nariño, muestra aún en su parte inferior (Turoniano-Coniaciano) algunas reminiscencias con Europa meridional como *Peroniceras mouretii* DE GROSSOUVRE, *Coilopoceras* aff. *grossouvrei*, *Texanites* aff. *serratmarginatus*, mientras que la fauna de la parte superior (Campaniano-Maestrichtiano) lleva un aspecto americano típico. Particularmente la microfauna caracterizada en primer lugar por el género *Siphogenerinoides* no tiene representante en Europa; solamente de África del Norte (Sahara Español, Egipto) están descritas microfaunas algo parecidas (COLOM, 1948, NAKKADY, 1950).

Al comparar las secciones Girardot-Nariño y Girardot-Melgar con una sección de la Sabana de Bogotá (plancha 7), observamos en primer lugar un aumento en el contenido de arena y una disminución en el de cal en una dirección de Girardot hacia el Este. Tal hecho lo comprobamos en todas las formaciones del Coniaciano Superior hasta el Maestrichtiano; además observamos en la misma dirección una reducción considerable en el espesor del Campaniano y del Maestrichtiano, mientras que el Santoniano presenta el mismo espesor que en Nariño y Chía, es decir, 110 m. De este hecho, podemos deducir que al principio del Campaniano la zona de mayor sumersión y sedimentación del geosinclinal se movió de una posición más oriental hacia la hoya del Magdalena, donde después tuvo lugar una sumersión fuerte en el Terciario (véase pl. VI, E. HUBACH, 1945).

**BIBLIOGRAFIA**

- CARSEY, D. O.: Foraminifera of the Cretaceous of Central Texas. Texas Univ. Bull. Número 2612, Austin, 1926.
- COIOM, G.: Foraminiferos del Cretáceo Superior del Sahara Español, recogidos por el profesor M. Alía R. Soc. Española Hist. Nat. Bol., 45 (1947), p. 665, Madrid, 1948.
- CUSHMAN, J. A.: Upper Cretaceous Foraminifera of the Gulf Coastal Region of the United States and Adjacent Areas. — U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 206, Washington 1946.
- CUSHMAN, J. A. & HEDBERG, H. D.: Upper Cretaceous Foraminifera<sup>1</sup> from Santander del Norte, Colombia, S. A. — Contr. Cushman Lab. For. Res. 1714, p. 79, Sharon 1941.
- HUBACH, E.: La formación "Cáqueza", región de Cáqueza (Oriente de Cundinamarca). Comp. Est. Geol. Of. en Colombia, VI, Bogotá, 1945.
- NAKKADY, S. E.: A new Foraminiferal fauna from the Esna Shales and Upper Cretaceous Chalk of Egypt. — Jour. Pal., 24, p. 686, Tulsa, 1950.
- D'ORBIGNY, A.: Mémoire sur les foraminiferas de la craie blanche du bassin de Paris, Mém. Soc. Geol. France 4, Paris, 1840.
- PETTERS, V.: Upper Cretaceous and Tertiary Foraminifera from Colombia, S. A. — Contr. Cushman Found. For. Res. 5, Washington, 1954.
- STONE, B.: New Foraminifera from northwestern Perú. — Jour. Pal. 23, Tulsa, 1949.
- UHLIG, V.: Die Cephalodopen der Wernsdorfer Schichten, K. K. Akad. Wiss. Math. nat. Cl. 46, Wien 1883.

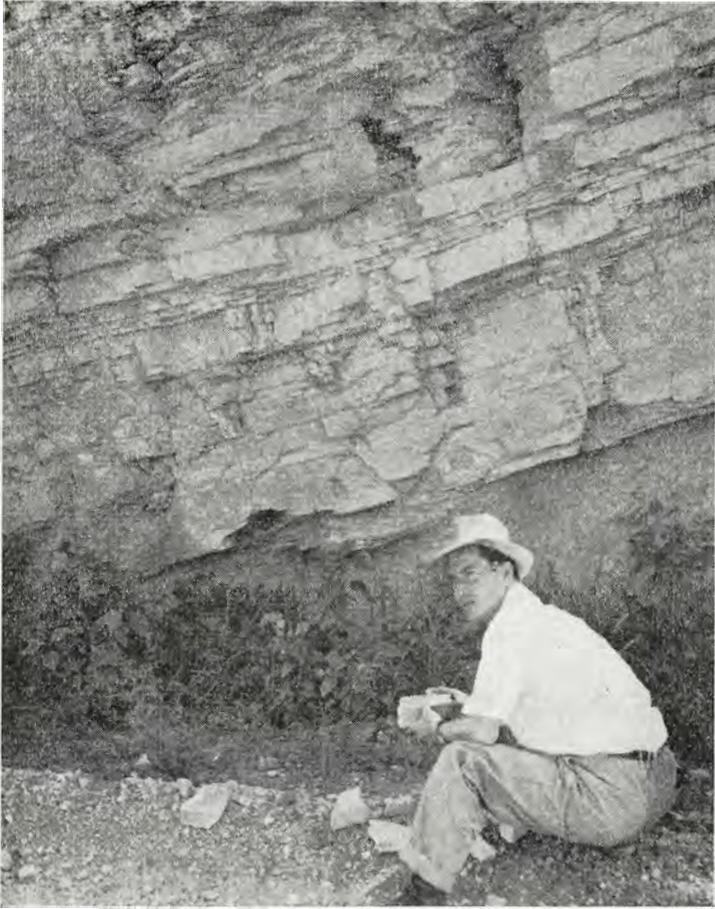


Fig. 1.—Turoniano Superior con *Coilopoceras* aff. *grossoutrei* HYATT en facies "La Frontera" a un lado de la carretera Girardot-Narriño

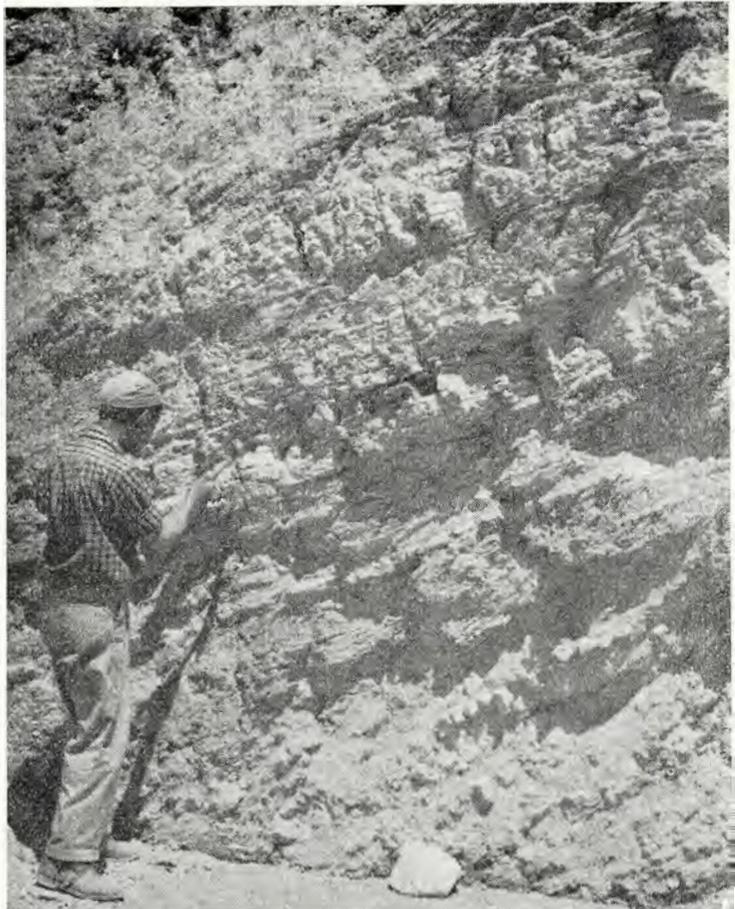


Fig. 2.—Capas con *Thomasites* *vollandi* PERV. en la parte más superior del Turoniano, horizonte "La Frontera". Margas calcáreas con finas capas de lidita.

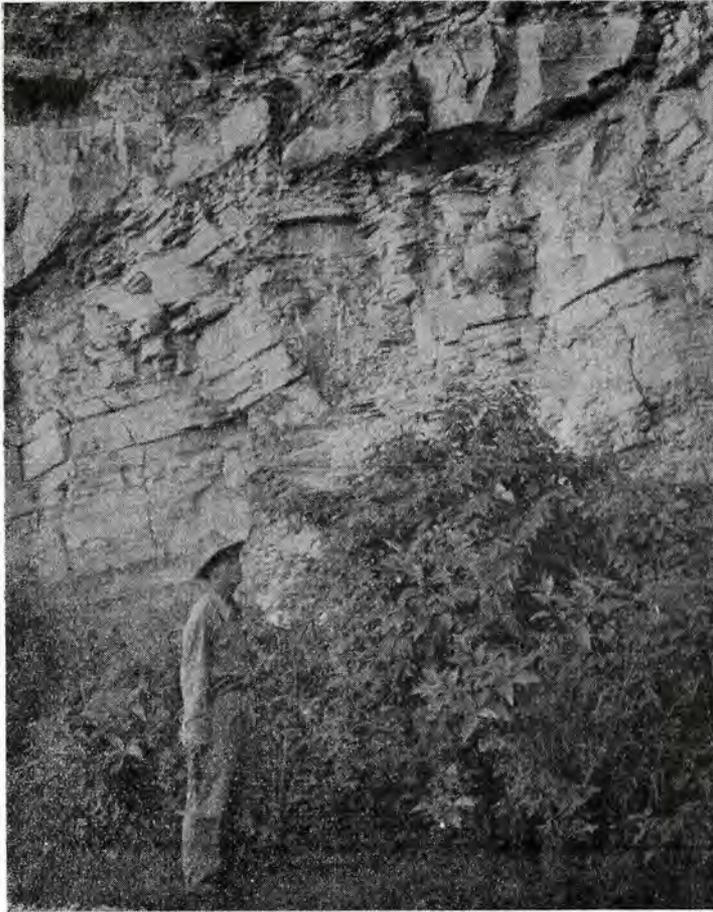


Fig. 3.—Margas arenosas y arcillosas con concreciones calcáreas muy grandes en la base del horizonte K 6a del Coniaciano. Las concreciones son muy ricas en Amonitas, *Didymotis* e *Inoceramus*.

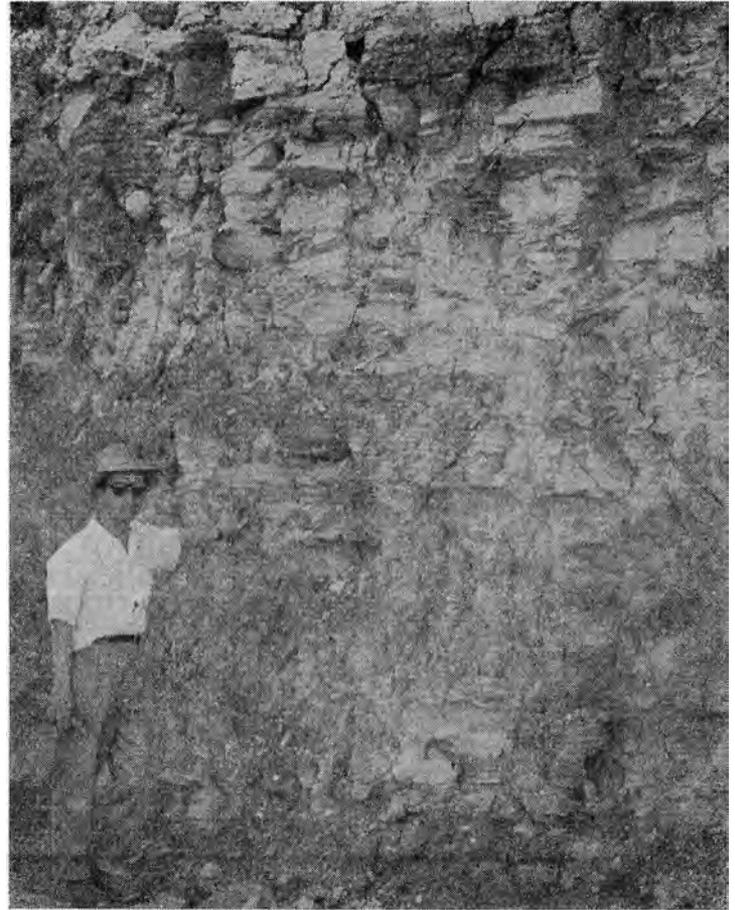


Fig. 4.—Margas silicosas y arcillosas del Santoniano basal.

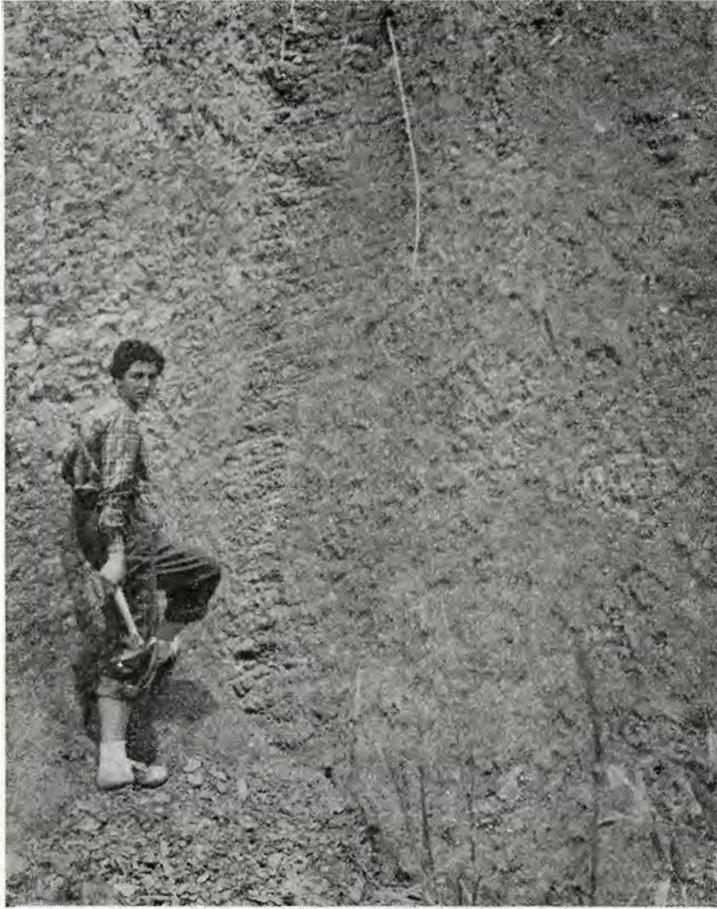


Fig. 5.—Arcillas margosas en la parte media del Santoniano. Zona con *Anomalina redmondi* PETTERS y *Bulimina compressa* CARSEY.



Fig. 6.—Margas arcillosas con calizas arenosas en el Santoniano Superior de la carretera Girardot-Nariño. Zona de *Anomalina redmondi* y *Ammobaculites coprolithiformis*.



Fig. 7.—Aspecto típico de la "primera lidita" al lado de la carretera Girardot-Nariño.

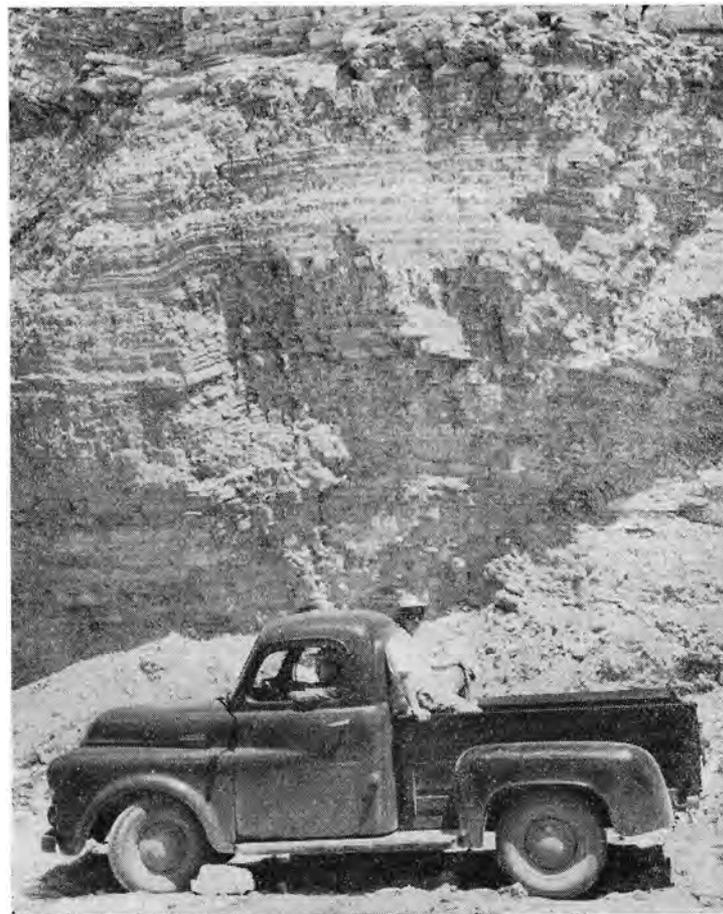


Fig. 8.—Margas silíceas (K 2c) del Campaniano Medio al lado de la carretera Girardot-Nariño.



Fig. 9.—Margas silicosas del Campaniano Medio Superior al lado de la carretera Girardot-Nariño.



Fig. 10.—Arcillas margosas arenosas (K 2b) del Campañano Superior al lado de la carretera Girardot-Nariño.

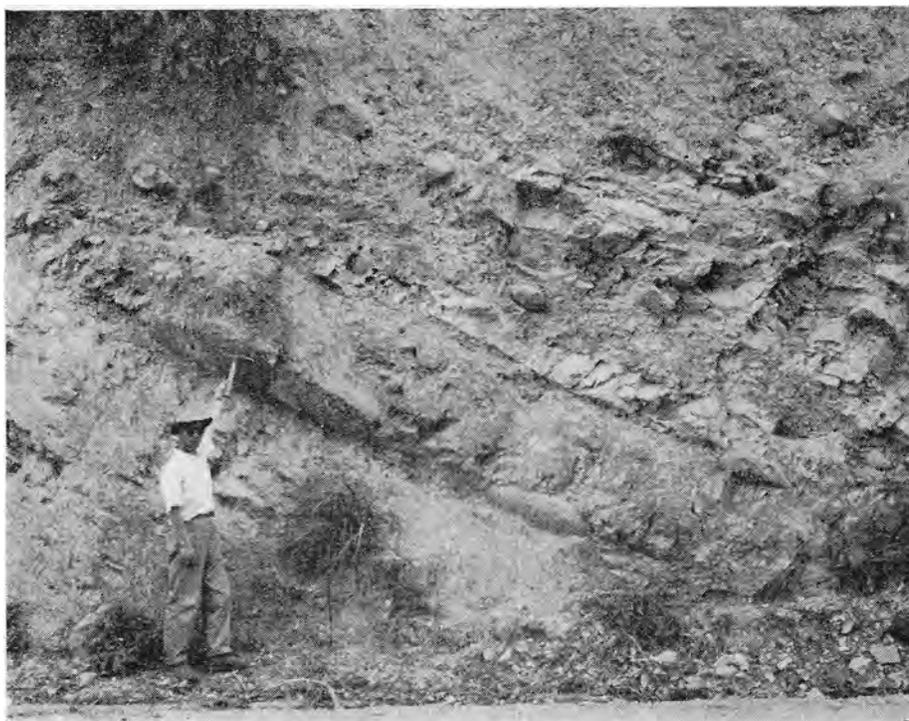


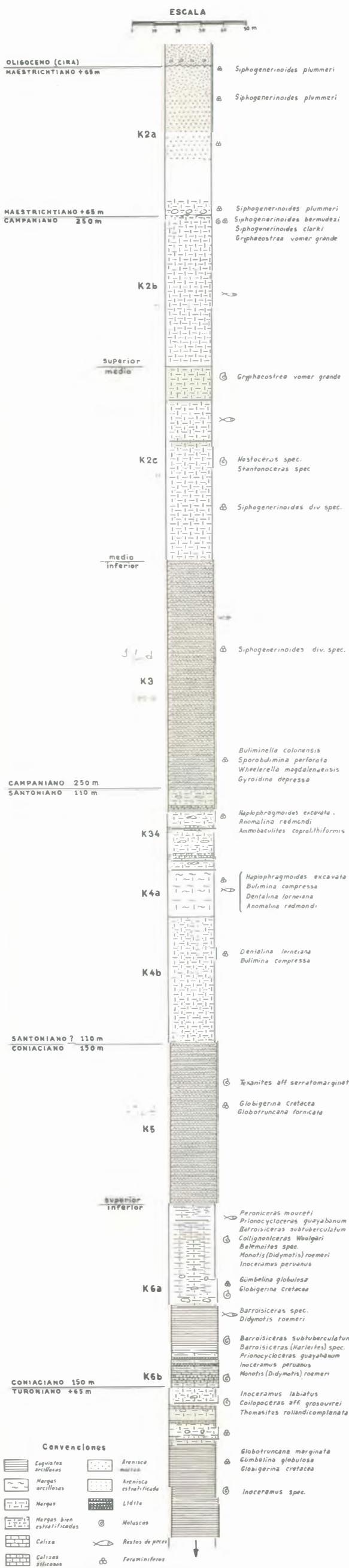
Fig. 11.—El contacto Campaniano-Maestrichtiano al lado de la carretera Girardot-Melgar cerca al puente del río Fusagasugá. A la izquierda de la fotografía, areniscas del Campaniano. El señor Toro indica con un martillo el plano de transgresión Maestrichtiense. A la derecha margas y calizas arenosas con *Gryphaeostrea vomer* del Maestrichtiano Inferior y *Siphogenerinoides plummeri*.



Fig. 12.—Arcillas margosas encima de las margas y calizas arenosas del Maestrichtiano Inferior en la gran cantera al lado de la carretera Girardot-Melgar.



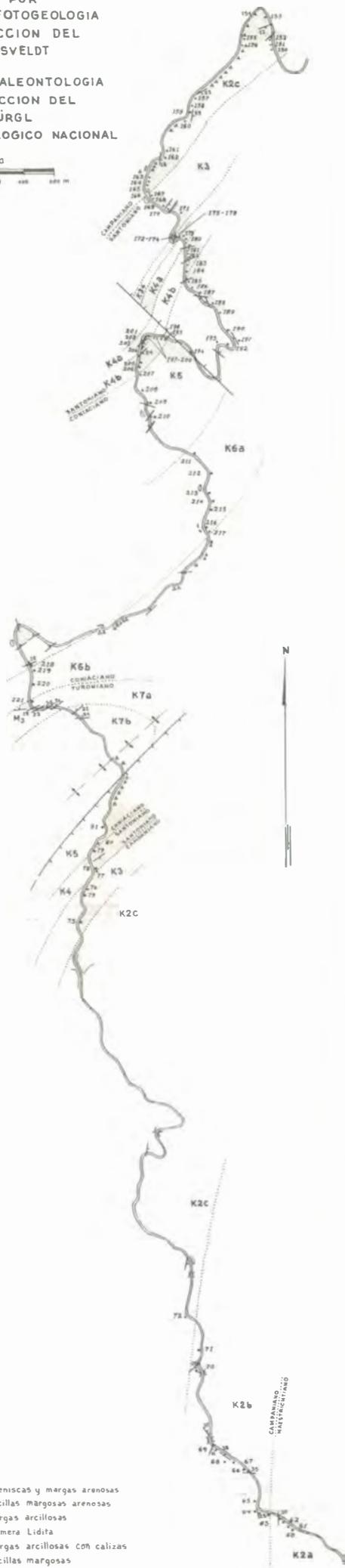
COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA SECCION GIRARDOT - NARIÑO



EL CRETACEO SUPERIOR DE LA CARRETERA GIRARDOT - NARIÑO

ELABORADO POR LA SECCION DE FOTO GEOLOGIA BAJO LA DIRECCION DEL DR. H. C. RAASVELDT Y LA SECCION DE PALEONTOLOGIA BAJO LA DIRECCION DEL DR. HANS BÜRGEL DEL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

ESCALA  
0 100 200 300 400 500 m



MAESTRICHTIANO	K2a	Areniscas y margas arenosas
CAMPANIANO	K2b	Arcillas margosas arenosas
	K2c	Margas arcillosas
SANTONIANO	K3	Primera Lidita
	K34	Margas arcillosas con calizas
	K4a	Arcillas margosas
CONIACIANO	K4b	Margas silíceas y arcillosas
	K5	Segunda Lidita
TURONIANO	K6a	Margas arenosas con concreciones y esquistos margosos hojosos
	K6b	Margas arenosas con liditas y calizas
	K7a	Margas arenosas con liditas y calizas
	K7b	Esquistos margosos oscuros

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA SECCION GIRARDOT-MELGAR

ESCALA



MAESTRICHTIANO + 160m  
INFERIOR

*Siphogenerinoides bermudezi*  
*Siphogenerinoides reticulata*  
⊗ *Bulimina proluxa*  
*Buliminella colonensis*

⊗ *Siphogenerinoides plummeri*  
*Siphogenerinoides bermudezi*  
*Siphogenerinoides clarki*

⊗ *Siphogenerinoides plummeri*  
⊗ *Gryphaeostrea vomer*

MAESTRICHTIANO + 160m  
CAMPANIANO 80m

⊗ *Siphogenerinoides cretacea*

CAMPANIANO 80m  
SANTONIANO

Convenciones

	Margas		Arenisca maciza
	Margas bien estratificadas		Lidita
	Caliza	⊗	Moluscos
	Caliza silicea	⊗	Foraminiferos

CAMPANIANO		Margas calc.		Margas arcillosas		areniscas										ROCAS										
	120C	120B	120A	119	117	118	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101	100	GIRARDOT - MELGAR		
																									Robulus münsteri (ROEMER)	
																										Dentalina basiplanata CUSHMAN
																										Vaginulina wadei KELLEY
																										Pseudopolymorphina cuyleri PLUMMER
																										Rectogumbelina spec. indet.
																										Siphogenerinoides bermudezi STONE
																										Siphogenerinoides clarki CUSHMAN & CAMPBELL
																										Siphogenerinoides plummeri (CUSHMAN)
																										Siphogenerinoides reticulata STONE
																										Siphogenerinoides revoluta STONE
																										Siphogenerinoides cretacea CUSHMAN
																										Siphogenerinoides landesi STONE
																										Siphogenerinoides spec. indet.
																										Buliminella colonensis CUSHMAN & HEDBERG
																										Buliminella carseyae PLUMMER
																										Bulimina Kickapooensis COLE
																										Bulimina proluxa CUSHMAN & PARKER
																										Bulimina reussi MORROW
																										Bulimina spec. indet.
																										Epistomina caracolla (ROEMER)
																										Anomalina taylorensis (CARSEY)
																										Anomalina cf. henbesti PLUMMER
																										Anomalina spec. indet.
																										Dientes de peces
																										Fosfatos
CAMPANIANO		MAESTRICHTIANO										EDAD														

COLUMNA ESTRATIGRAFICA  
DE LA SECCION  
TABIO - CHIA

GUADUAS INFERIOR + 50m  
MAESTRICHTIANO 225 m

*Siphogenerinoides ewaldi*

*Corbula spec.  
ex bleygues*

MAESTRICHTIANO 225 m  
CAMPANIANO 30 m

433  
431  
430 435  
429 434  
*Nestoceras helicinum*  
*Gryphaeostrea vomer*  
*Siphogenerinoides ewaldi*

CAMPANIANO 30 m  
SANTONIANO 110 m

*Siphogenerinoides ewaldi*

SANTONIANO 110 m  
CONIACIANO + 77 m

*Cytherea spec.*

Convenciones

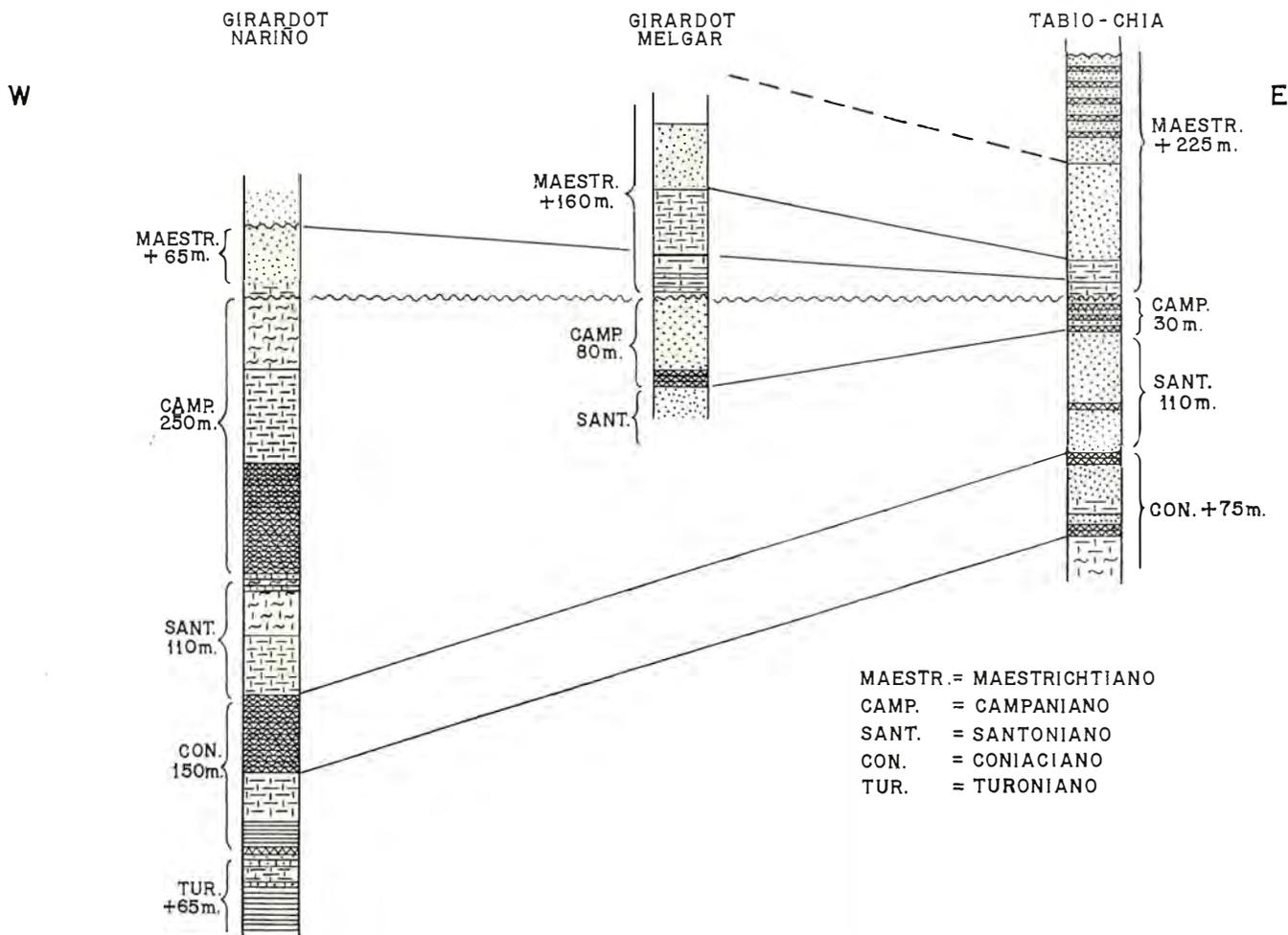
- |  |                   |  |                        |
|--|-------------------|--|------------------------|
|  | Arcillas          |  | Arenisca estratificada |
|  | Arcillas arenosas |  | Lidilla                |
|  | Margas arcillosas |  | Moluscos               |
|  | Arenisca maciza   |  | Foraminiferos          |

416  
415  
414  
*Barrisiceras (Haculites) spec.*  
*Cytherea spec.*

H. BÜRGL Y Y. DUMIT TOBON  
PALEONTOLOGO JEFE Y PALEON. AUXILIAR

COMPARACION DE TRES SECCIONES DEL CRETACEO SUPERIOR

AL OESTE DE BOGOTA

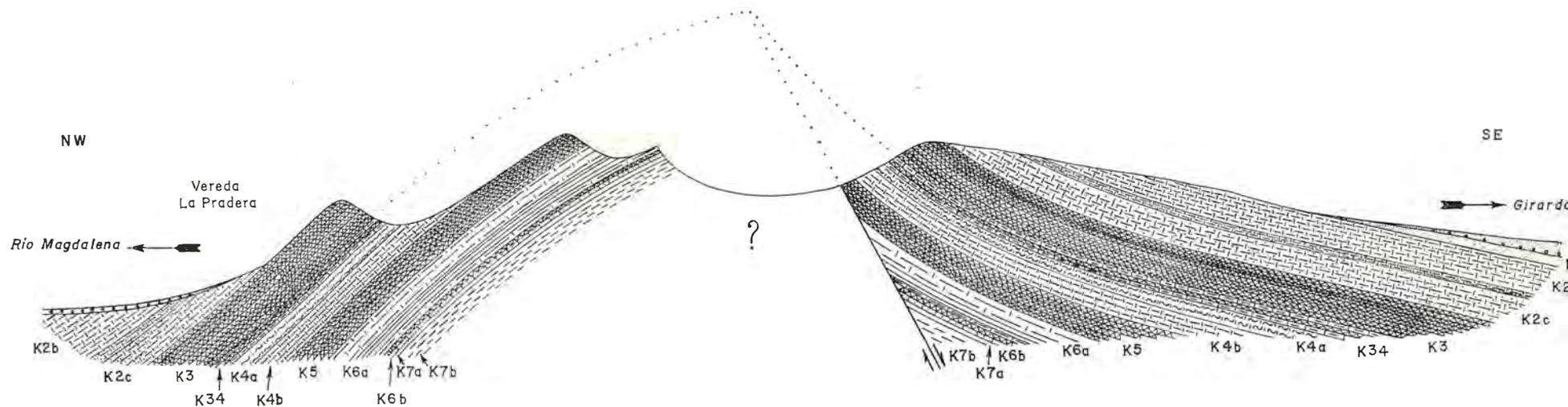


H. BÜRGL & Y. DUMIT TOBON  
 PALEONTOLOGO JEFE Y PALEONT. AUXILIAR

INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL  
 DEPARTAMENTO DE PALEONTOLOGIA

CORTE GEOLOGICO A TRAVES DE LA CARRETERA

# GIRARDOT ~ NARIÑO



T	CIRA
K2a	MAESTRICHTIANO
K2b	} CAMPANIANO
K2c	
K3	
K34	} SANTONIANO
K4a	
K4b	

K5	} CONIACIANO
K5a	
K6b	} TURONIANO
K7a	
K7b	

ESCALA



DIB. JULIO MARQUEZ T.

#967

# EL DESARROLLO DE LA FLORA COLOMBIANA EN LOS PERIODOS GEOLOGICOS

**I: MAESTRICHTIANO HASTA TERCARIO MAS INFERIOR**

**(Una investigación Palinológica de la formación de Guaduas y equivalentes).**

P O R

THOMAS VAN DER HAMMEN  
GEOLOGO - PALEOBOTANICO JEFE



## C O N T E N I D O

	<i>Págs.</i>
Summary (en inglés)	53
Resumen ...	55
1—Introducción ...	57
2—Introducción Geológica ...	58
3—Estadísticas y gráficas palinológicas ...	59
4—El polen fósil del Guaduas Inferior del Salto de Tequendama	60
5—El polen fósil del Guaduas Medio de Suesca ...	62
6—El polen fósil del Guaduas Medio de Santa Rosita ...	63
7—El polen fósil del Guaduas Medio y Superior de otros sitios:	
a) Lenguazaque	67
b) Tunja ...	68
c) Paz de Río	70
d) Rondón ..	71
e) Molagavita	71
8—El polen fósil de la formación Umir de Santander	72
9—El polen fósil de la formación Lisama de Santander	75
10—Conclusiones estratigráficas ...	76
11—El desarrollo de la flora durante el Maestrichtiano hasta Terciario más Inferior ...	77
12—Problemas de evolución	80
13—Problemas de facies y clima	80
14—Valor estratigráfico del polen fósil ...	81

### PARTE SISTEMÁTICA

15—El sistema práctico de clasificación de los granos de polen fósil	82
16—Los dibujos ...	84
17—Las abreviaturas	84
18—Preparación	85
19—Lista con la descripción corta de las especies	86
Bibliografía	106

### P L A N C H A S

- Tabla del desarrollo de la flora y la caracterización de las zonas palinológicas.
- II — Diagrama palinológico del desarrollo de la flora durante el Maestrichtiano hasta el Terciario más Inferior.
- III — Diagrama palinológico de los conjuntos Inferior y Medio de la formación Guaduas del Salto de Tequendama y de Suesca.
- IV — Diagrama palinológico de los mantos VII, VI y V de Cogontá (Suesca).
- V — Diagrama palinológico de la formación Umir de Agua Blanca (Departamento de Santander).

- VI — Columnas estratigráficas simplificadas de Sur a Norte por la región investigada.
- VII — Mapa de la región donde fueron colectadas las muestras para los presentes estudios palinológicos.

PLANCHAS DE LOS DIBUJOS DE POLEN FOSIL

- 1 — *Monocolpites*.  
2 — *Monocolpites*.  
3 — *Monocolpites*.  
4 — *Monocolpites*.  
5 — *Monocolpites*.  
6 — *Monoporites, Diporites, Dicolpites*.  
7 — *Triporites, Stephanoporites*.  
8 — *Tricolpites*.  
9 — *Tricolporites*.  
10 — *Tetradites, Pluricellulites, Syncolpites, Syncolporites*.  
11 — *Inaperturites*.  
12 — *Inaperturites, Stephanoporites*.  
13 — *Pollenites*.  
14 — *Pollenites*.  
15 — *Pollenites*.  
16 — *Triletes*.  
17 — *Triletes*.  
18 — *Triletes*.  
19 — *Triletes*.  
20 — *Monoporisporites, Diporisporites, Triporisporites, Inapertisporites*.  
21 — *Pluricellaesporites, Polyadosporites, Incertisporites*.

## S U M M A R Y

The present article deals with pollen analytical investigations of late Cretaceous to early Tertiary coals of the Eastern Cordillera of Colombia (South America). It is tried to demonstrate that the lower and middle portion of the paludal Guaduas formation of the Eastern Cordillera, as well as the upper portion of the marine and paludal Umir formation of the Lower Magdalena Valley are Maestrichtian in age, while the upper portion of the Guaduas formation and the Lisama formation (Lower Magdalena Valley) are of Lower Tertiary, probably Paleocene (-Lower Eocene) age.

Based on pollen analytical differences, the Maestrichtian is subdivided in three zones and eight subzones, which are fairly constant over considerably large distances and, therewith, stratigraphically quite useful (table I and II). By the aid of these palynologic date it was possible to demonstrate the gradual retreat of the sea from South to North within this region during Maestrichtian time (table VI).

The section studied represents the result of continuous sedimentation and permits well to recognize the floral change within the lowermost Tertiary. The Lower Maestrichtian (zone A) contains a flora of relatively primitive character, enclosing, however, already a considerable number of angiosperms. In the middle portion (zone B) we recognized a change in the numeric composition in the flora, probably due to a change in the climatic conditions, resulting in the predomination of certain palms (*Monocolpites minutus*, *Monocolpites huerfasi*, *Monocolpites medius*). Then appear a few new species of higher developed character. More new species appear in the Upper Maestrichtian (zone C); the percentage of spore-plants, fairly high in Lower Maestrichtian and in the upper portion of Middle Maestrichtian, is definitively reduced in the uppermost Maestrichtian to a few percents of the pollen-flora.

In early Tertiary, probably during Paleocene time, another important floral change is noted. Almost all the primitive species still present in the Maestrichtian disappear and many new species are formed, living together with certain species of the Upper Maestrichtian. Somewhat later, the flora presents already a definitively "modern" and a somewhat typical South American character.

In the systematic section the more important species are described. In their majority they are Maestrichtian in age. The Tertiary forms are marked with an (L) behind their name. Our system is not a natural but a practical one, the generic names being based on the names of pollen types in respect to number and shape of apertures as proposed by IVERSEN & TROELS SMITH (1950). In this way pollengrains of tricolpate type are considered as belonging to the genus *Tricolpites*. A pollengrain of uncertain type is classified under the genus *Pollenites*. In the same way a trilete spore belongs to the genus *Triletes*. For certain spores belonging probably to the *Fungi*, the terminal-sporites in used (e.g. *Monoporisporites*).

We use generally and definitively this system of fossil pollen and spore nomenclature for pollen and spores of Tertiary and Cretaceous age. In case the relation of a fossil pollen-grain or spore to recent plants or group of plants is known or supposed, this relationship is separately indicated at the end of the description of the corresponding fossil flora.

## RESUMEN

El presente artículo se refiere a investigaciones analíticas de polen del final del Cretáceo hasta el Terciario Inferior de la Cordillera Oriental de Colombia. Se trata de demostrar que la parte inferior y media de la formación paludal de Guaduas de la Cordillera Oriental, lo mismo que la parte superior de la formación marina y paludal del Umir (valle inferior del Magdalena) son de edad Maestrichtiano mientras que la parte superior de la formación Guaduas y la formación de Lisama (valle inferior del Magdalena) corresponden al Terciario Inferior, probablemente al Paleoceno (-Eoceno Inf.)

Con base en diferencias analíticas de polen, el Maestrichtiano se divide en tres zonas y en ocho subzonas que son bastante constantes sobre distancias considerablemente grandes y por lo tanto estratigráficamente de buena utilidad (Tablas I y II). Con el auxilio de estos datos palinológicos fue posible demostrar el receso gradual del mar de Sur a Norte dentro de esta región y con respecto al tiempo Maestrichtiano (Tabla VI).

La sección estudiada es el producto de sedimentación continua y permite reconocer bien el cambio de la flora en el Terciario más Inferior. El Maestrichtiano Inferior (zona A) contiene una flora de carácter relativamente primitivo, pero incluye ya un número considerable de angiospermas. En la parte media, (zona B) reconocemos un cambio en la composición numérica de la flora, al parecer debido a un cambio de las condiciones climáticas, en el sentido del predominio de determinadas palmas (*Monocolpites minutus*, *Monocolpites huertasi*, *Monocolpites medius*). Luego aparecen unas especies nuevas de carácter más altamente desarrollado. Más especies nuevas se presentan en el Maestrichtiano Superior (zona C); el porcentaje de plantas de esporas que es bastante alto en el Maestrichtiano Inferior y en la parte superior del Maestrichtiano Medio, se reduce definitivamente en el Maestrichtiano más alto y representa sólo unos pocos porcientos de la flora de polen.

En el Terciario Inferior, probablemente durante el Paleoceno, otro cambio importante de flora se hace sentir. Casi todas las especies primitivas que todavía están presentes en el Maestrichtiano, desaparecen y se forman muchas especies nuevas que conviven con ciertas especies del Maestrichtiano Superior. Algo más tarde la flora ya presenta un carácter definitivamente "moderno" y hasta cierto punto típicamente suramericano.

En la sección sistemática se describen las especies más importantes. En su mayoría ellas pertenecen al Maestrichtiano. Las formas Terciarias van marcadas con el signo (L) detrás del nombre. Nuestro sistema no es de tipo natural sino de índole práctica y los nombres genéricos están basados en los nombres de tipos de polen con relación al número y la figura de las aberturas propuestos por IVERSEN y TROELS SMITH (1950). Según este concepto, granos de polen de tipo tricolpatae se consideran como pertenecientes al género *Tricolpites*. Un grano de polen de tipo incierto queda clasificado bajo el género *Pollenites*. De la misma manera, una espora trilete pertenece al género *Triletes*. Para determinadas esporas que puedan pertenecer a los *Fungi*, se usa el término —sporites (i.e. *Monoporisporites*).

En este trabajo usamos de manera general y definitiva tal sistema de nomenclatura de polen fósil y de esporas para polen y esporas de edad Cretácea y Terciaria. En el caso de que la relación de un grano fósil o de una espora con plantas recientes es conocida o se puede suponer, esta relación se indica por separado al final de la descripción de la correspondiente flora fósil.

## 1. — INTRODUCCION

Después de un poco más de un año de investigaciones microscópicas sobre el polen fósil en el Laboratorio de la Sección de Palinología del Instituto Geológico Nacional, presentamos el primer estudio de la serie "El desarrollo de la flora colombiana en los períodos geológicos".

Este estudio está basado sobre el análisis cualitativo y cuantitativo de muchas muestras de carbón y arcilla carbonosa de las formaciones Guaduas, Umir y Lisama, contando en total más de 7.000 granos entre polen y esporas fósiles. Presentamos aquí la descripción y los dibujos de 150 especies nuevas, incluyendo solamente las más importantes de las que encontramos.

Pensamos continuar posteriormente esta serie de artículos bajo el título general de "El desarrollo de la flora colombiana en los períodos geológicos" con los estudios siguientes: Cretáceo (más antiguo que Maestrichtiano), Terciario Inferior, Terciario Superior y Cuaternario.

Además de los resultados de carácter puramente paleobotánicos a que hemos llegado en este estudio, logramos obtener una división estratigráfica en zonas y subzonas, tan detallada que parece casi increíble. Verdaderamente las conclusiones de este estudio demuestran definitivamente el valor estratigráfico del polen fósil.

Los ejemplares típicos de todas las especies nuevas de polen que mencionamos, están acompañadas de sus respectivos dibujos y microfotografías en tarjetas, todo lo cual se encuentra en los archivos de nuestro Laboratorio. Damos de cada especie nueva una descripción corta, con los datos más importantes y además un dibujo.

Para formar nombres genéricos de granos de polen, seguimos la nomenclatura para tipos de polen de IVERSEN y TROELS SMITH (1950), usando la terminación *ites*. Así un grano de polen del tipo *tricolpatae*, pertenece al género *Tricolpites*. El nombre específico puede indicar una característica del grano (*microreticulatus*), un nombre o apellido (*ruedae*), un lugar (*tequendamae*) etc., pero nunca una afinidad con una planta o grupo de plantas de la flora reciente. Si no se puede establecer con seguridad el tipo, el grano pertenece al género *Pollenites*. Los nombres genéricos de esporas fósiles según el tipo son: *Triletes*, *Monoletes* y *Aletes*.

Frecuentemente se encuentran en los carbones de la formación de Guaduas ciertos tipos de granos que probablemente son hongos. Para formar los nombres genéricos de estos granos usamos el término *-sporites*: *Monoporisporites*, *Polyadosporites* etc. Para más detalles sobre el asunto de la clasificación nos referimos a la parte sistemática de este estudio.

Hoy, cuando se presenta por primera vez en la América del Sur y en todo el mundo, un diagrama completo basado en análisis cuantitativo, relativo al desarrollo de la flora en el límite Cretáceo-Terciario, quiero expresar aquí mi gratitud sincera a todo el personal de nuestro Laboratorio que colaboró eficientemente en este trabajo, a las señoritas: doña Cecilia García Barriga y doña Leticia Vélez Goenaga; al señor Julio César Aguilar y al Preparador de las muestras señor Juan Perico; a doña Blanca Gómez Martínez y al

señor Julio Márquez, por la manera tan espontánea como nos prestaron su valiosa colaboración en la ilustración. Sin la cooperación y el entusiasmo de todos ellos y de Anita Malo de Van der Hammen, hubiera sido imposible terminar este estudio en tan poco tiempo.

## 2. — INTRODUCCION GEOLOGICA

El Guaduas de la Sabana de Bogotá es una formación de depósitos terrestres (arcilla gris y roja-violácea con capas de arenisca y mantos de carbón) que se encuentra encima del Cretáceo marino que termina con la formación Guadalupe; por arriba está limitado por la arenisca del Cacho. De esta formación, E. HUBACH (1951) definió de nuevo los límites y dió una subdivisión en tres, el Guaduas Inferior, Medio y Superior: el límite entre Inferior y Medio es la arenisca La Guía, y el límite entre Medio y Superior es la arenisca Lajosa. El conjunto inferior sólo tiene carbón en el lado W de la Sabana, p.e. en la región del Salto de Tequendama y Subachoque; es típico ahí el franjeamiento entre arcillas y areniscas. El conjunto medio consiste de arcillas gris-oscursas, con capas de arenisca y mantos de carbón. El conjunto superior está formado por arcillas rojas-violáceas y verdosas con capas de arenisca y a veces lentes o mantos inexplotables de carbón en la base. El espesor medio del Guaduas es, según HUBACH, de 700 mts.

En la base del Guaduas, en el Norte de la Sabana, se han encontrado (HUBACH, 1951), a pocos centímetros encima del Guadalupe, amonitas aplastadas, y bivalvas, consideradas como Maestrichtianas. Así también en la región del Tequendama se encontraron en la base del Guaduas, bivalvas del Maestrichtiano. La parte superior de la formación Guadalupe (la "Arenisca tierna" de Hubach) en la región del Salto es de edad Campaniano (por lo menos en su parte inferior); pero en el N.E. de la Sabana la arenisca dura que forma la parte superior de la formación de Guadalupe en su totalidad es de edad Maestrichtiana (Guachetá-Lenguazaque).

La formación Umir de la cuenca del Carare en el Valle del Magdalena está caracterizada en la región de Agua Blanca y del Río Lebrija (Santander) por arcillas negras-carmelitas y arcillas arenosas en su parte inferior y en su parte superior por arcillas esquistosas, mantos de carbón y arenisca micácea. Según investigaciones todavía inéditas de H. Bürgl, esta formación comprende en su parte inferior el Campaniano y en su parte superior el Maestrichtiano. La formación es marina e incluye en su parte superior depósitos terrestres. Los carbones son de edad Maestrichtiano (foraminíferos) existiendo además una capa con amonitas encima del horizonte principal de los carbones.

La formación de Lisama es de facies terrestre; en la región del Río Lebrija consiste en arcillas de colores variados, arcillas esquistosas, areniscas, arenisca micácea y conglomerados. En su parte superior y probablemente también en la inferior tiene mantos de carbón. Hacia arriba la formación Lisama está limitada por la arenisca La Paz, muy probablemente un equivalente a la arenisca del Cacho que forma el límite superior de la formación Guaduas de la Sabana de Bogotá.

No se ha podido establecer una auténtica disconformidad dentro de la formación Guaduas, ni tampoco se conoce discordancia visible entre la formación Umir y la formación Lisama.

Las areniscas del Cacho y de La Paz son de grano grueso y a veces hasta conglomeráceas, y podrían indicar una disconformidad notable. Encima de es-

ta arenisca que inicia la formación de Bogotá (Eoceno Superior?) se encuentran en la Sabana de Bogotá las gredas y areniscas gredosas abigarradas de la misma a la cual corresponde en Santander occidental la formación de Esmeraldas, ambas de facies terrestre.

Entre la formación de Guadalupe y la formación de Guaduas no hay evidente disconformidad, aunque ciertos datos parecen indicar que tal fenómeno puede existir en algunas partes (HUBACH, 1951), pero entonces no ya de naturaleza tectónica.

Los datos en los cuales nos fundamos para verificar nuestras determinaciones de edad se pueden resumir ahora en la forma siguiente:

1º—La base de la formación de Guaduas en la Sabana de Bogotá a pocos centímetros encima del Guadalupe: Maestrichtiano.

2º—Los mantos de carbón de la formación Umir: Maestrichtiano.

3º—Las areniscas del Cacho-La Paz encima del Guaduas y del Lisama respectivamente: Eoceno Inferior-Medio.

### 3. — ESTADISTICAS Y GRAFICAS PALINOLOGICAS

Para la composición de gráficas palinológicas se necesitan análisis cuantitativos. Antes de iniciar tales análisis es necesario definir cuántos granos de polen hay que contar en cada muestra para obtener suficiente seguridad estadística. Sabemos en primer lugar que tal cantidad depende del número de especies distintas. En los comienzos de la palinología, cuando sólo analizaron depósitos cuaternarios en Europa, se determinaron únicamente unas diez especies de los árboles predominantes en el N. W. de Europa, reuniendo todas las demás especies, de hierbas, en un grupo de "Varia". Por lo general se contaban unos 150 granos de polen en cada análisis, lo cual era suficiente para conseguir la seguridad estadística de diez especies. En los últimos años durante los cuales se ha intensificado el estudio de la morfología de los granos de polen, ha sido posible determinar un número mucho mayor de especies, de modo que para conseguir exactitud estadística suficiente en la definición de cada una de las especies, se cuentan quinientos granos y hasta mil tratándose de especies muy importantes pero que por lo general son muy raras (los por-mil diagramas de IVERSEN). En las zonas templadas en general es fácil contar en los depósitos cuaternarios esa cantidad de granos en cada muestra, porque las especies predominantes son plantas anemófilas (polen transportado por el viento), que producen gran cantidad de granos de polen, y por consiguiente muchos de ellos están depositados e incluídos en los sedimentos. En las regiones tropicales en donde son muy escasas estas plantas anemófilas, se encuentran relativamente menos granos de polen en los sedimentos. Lo mismo sucede en los depósitos antiguos que se formaron en un clima tropical. Aunque debemos notar que en ciertos períodos como en el Cretáceo Superior existían muchas plantas que, como carácter antiguo, presentaban la anemofilia.

En los carbones del Guaduas Inferior y Medio son abundantes las esporas, que, para su transporte, solamente dependen del viento, lo mismo vale para los granos de polen de angiospermas de las cuales muchas especies son relativamente pequeñas lo que hace pensar que el transporte de los granos de polen de ellas, en aquel tiempo, también dependió principalmente del viento. La cantidad de polen en una muestra de carbón de la formación de Guaduas, es generalmente suficiente para hacer posible, dentro de un tiempo moderado, un análisis que dé seguridad estadística para las especies más importantes.

Para llegar a esta seguridad y también para obtener una imagen más general, sumamos todos los análisis de un manto. Así excluimos hasta donde es posible la influencia de factores locales, porque el diagrama palinológico de un manto demuestra ciertas características que con seguridad tienen su origen en una sucesión de vegetación en el pantano, desde el momento en que empezó a crecer la vegetación inicial sobre la arcilla, hasta cuando se iba a cubrir la capa de turba con otros sedimentos. Así por ejemplo el porcentaje de *Triletes guaduensis* puede ser mucho más alto en las muestras del piso del manto y a veces también en las del techo que en las muestras del centro (véase plancha IV). Por eso en el caso de que se quieran usar nuestros diagramas cuantitativos para comparación con otros análisis (para llegar a la determinación de la edad), es importante saber que cada "espectro palinológico" representa el promedio de un manto entero.

Para formar un diagrama palinológico general, con el objeto de demostrar los cambios importantes en la vegetación, es muy necesario saber qué plantas o grupos de plantas forman dicha vegetación y cuáles son las circunstancias ecológicas preferidas por cada uno de ellos. Desafortunadamente para depósitos tan antiguos como los de la formación de Guaduas, es casi imposible formarse una idea cierta sobre esto, porque se trata de especies ya extinguidas, cuyas relaciones con las plantas recientes casi siempre son difíciles de establecer.

Después de varios ensayos llegamos a un tipo de diagrama que parece ser el más apropiado para la representación de los cambios generales de la flora de la formación Guaduas.

En la suma de cálculo incluimos todos los granos de polen y todas las esporas *Triletes*. Las esporas de hongos y también las esporas *Monoletes* (solamente una especie, que tiene a veces un dominio de carácter muy local), quedan fuera de esta suma. Dividimos los granos de dicha suma en tres grupos:

1º—*Monocolpites minutus*, *huertasi* y *medius* (grupo de granos de polen muy frecuentes y que pertenecen a cierto grupo de palmas).

2º—Los demás granos de polen.

3º—Las esporas *Triletes*, (principalmente *Triletes guaduensis*).

Siguen después del diagrama general, las especies diferentes con las curvas para cada uno. Para las especies más frecuentes estas curvas son cuantitativas, para las menos frecuentes, solamente una línea gruesa indica la presencia de cada especie en el manto referente. (Véase el diagrama III). Todos los porcentajes están calculados sobre base de la suma del cálculo, como también las de aquellas especies que no están incluídas en dichas sumas.

#### 4. — EL POLEN FOSIL DEL GUADUAS INFERIOR DEL SALTO DE TEQUENDAMA

En el Suroeste de la Sabana de Bogotá (cuenca del Tequendama) coleccionamos muestras de dos mantos de carbón, una en la mina del Salto (S), otra en la mina Cincha (C); la posición estratigráfica del manto S es a unos pocos metros debajo del manto C. A continuación damos los datos sobre espesor de los mantos y el número de polen y esporas contados.

Manto	Espesor	Número de granos contados					Distancia entre los mantos
		Polen	Esporas	Triletes	Monoletes	Sporites	
Cincha	80 cm		433		0	3	Más o menos 5 m
Salto	30 cm		154		0	8	

Los "espectros palinológicos" de estos dos mantos se encuentran en la parte inferior del diagrama de la plancha III.

Los *Triletes* (la mayoría *T. guaduensis*) dominan con casi el 70%, y los *Monocolpites minutus*, *huertasi* y *medius* suman más o menos el 10%.

Los "Sporites" (fuera de la suma) varían entre 1 hasta 5%.

La flora está representada por unas 35 especies distintas de granos de polen y esporas de las cuales 6 son de esporas triletes, 2 de Sporites y 27 de granos de polen (*Monocolpites* 10, *Monoporphites* 1, *Dicolpites* 1, *Tricolpites* 3, *Triporites* 1, *Tricolporites* 3, *Stephanocolpites* 2, y *Pollenites* 6). De éstos los *Tricolporites* no tienen más que una indicación vaga de poros.

La escultura de todos estos tipos de polen es sencilla y nunca diferenciada. Predominan las esculturas *psilatus*, *scabratus*, *echinatus* y *foveolatus-reticulatus*. Especialmente la última escultura, más o menos intermediaria entre *foveolatus* y *reticulatus*, es muy común en distintos tipos de polen a lo largo del Guaduas Inferior y Medio, la cual parece que es una característica antigua en distintos grupos.

Se vé que dentro de las Angiospermas, están bien representadas ya las Dicotyledoneas (*Tricolpites*, *Triporites*, *Tricolporites* y *Stephanocolpites*). No se puede decir todavía con seguridad a qué grupo de plantas pertenecen estos granos de polen.

Los *Monocolpites minutus*, *huertasi*, *medius* y *grandis* deben pertenecer a un grupo de palmas (varias palmas recientes tienen granos de polen de semejante escultura y forma, aunque en general son más grandes que los fósiles, como el género *Oenocarpus*).

*Monocolpites spinosus*, *multispinosus* y *obtusispinosus* pueden pertenecer a las *Nymphaeaceae*.

*Dicolpites luisae* es un tipo especial y parece no tener una forma semejante en la flora actual.

*Monoporphites tequendamae* se parece mucho a ciertas especies de las *Restionaceae*.

*Triporites wersenii* tiene cierta semejanza con los representantes de las *Moraceae*, pero también en otras familias hay tipos más o menos parecidos.

De las otras especies por ahora no nos es fácil establecer una posible relación con la flora reciente, pero tenemos el propósito de investigar también material del Cretáceo más antiguo, y hacer después un estudio especial sobre esto.

El *Triletes guaduensis*, especie muy importante en todo el Guaduas Medio e Inferior, pertenece muy probablemente a la familia de las *Cyatheaceae* (helechos arborescentes), la cual parece ser la única familia de los helechos que tiene en sus esporas las características propias de dicha especie fósil. Especialmente los géneros *Dicksonia*, *Alsophila* y *Culcita* son bastante parecidos y tienen también el exosporium *psilatus*. Esporas de un tipo muy semejante a éste las encontramos en muchos ejemplares en carbones de edad más o menos Aptiana. (Ataco, Tolima).

## 5. — EL POLEN FOSIL DEL GUADUAS MEDIO DE SUESCA

En Suesca coleccionamos las muestras de carbón y arcilla carbonosa en las minas de Cogontá. Los mantos tienen aquí la indicación Cogontá I, II, etc. Los mantos se encuentran en posición invertida, de manera que el manto VII es el más antiguo y el manto Ia el más reciente. Vienen en seguida los datos sobre espesor de dichos mantos, número de granos contados y distancia de los mantos.

Manto	Espesor	NUMERO DE GRANOS CONTADOS			Distancia entre los mantos
		Polen y Esporas Triletes	Monoletes	Sporites	
Ia	120 cm	43			3 m
I	230 cm	449		1	57 m
II	95 cm	297			5.5 m
III	100 cm	132			3 m
IIIa	50 cm	26			17 m
IV	90 cm	118		39	21 m
IVa	15 cm	21	21		0.5 m
V	90 cm	173	1	3	12 m
VI	155 cm	242		86	2 m
VII	50 cm	447.		85	

El diagrama de la plancha III (la parte superior) da los resultados de los análisis cuantitativos.

La parte baja del diagrama (capa VII, VI y V), demuestra porcentajes bastante constantes para cada uno de los tres grupos, y la imagen general es muy parecida a la de los mantos "Cincha" y "Salto". Los *Triletes* tienen el 50-65% y el grupo de *Monocolpites minutus, huertasi* y *medius* el 8-23%. El manto IVa, de solamente 15 cm. de grueso, tiene probablemente mucha influencia de la vegetación local, y por eso falta en este listón el grupo de *Monocolpites huertasi*, pero el porcentaje de *Triletes* es igual.

Los mantos VII y VI se distinguen de las características del manto V (y IVa), principalmente porque VII y VI tienen muchas especies de "Sporites", que faltan en V y IVa.

Los mantos IV y IIIa tienen la característica más interesante del diagrama general: el dominio con 55-58% del mencionado grupo de *Monocolpites*. Este aumento se realizó, como lo demuestra el diagrama, disminuyendo el grupo de *Triletes*, bajando hasta 30% y 15%. En el manto III bajó el porcentaje de dicho grupo de *Monocolpites*, pero no subió la curva de los *Triletes*, es decir que los *Monocolpites* "tipo *huertasi*" fueron reemplazados por otras angiospermas, que fueron principalmente *Stephanocolpites leonardi* y también *Monocolpites gemmatus*. Pero ya en el manto II los *Triletes* vuelven a ocupar su puesto a costa de las especies anteriormente mencionadas. Después, en los mantos I y Ia, aumenta el porcentaje de polen a costa de los *Triletes*. (El diagrama da para el manto I un porcentaje de *Triletes* que a veces es más alto en el mismo nivel. Análisis de este nivel dan valores hasta del 50% o más de *Triletes*).

Después de la culminación del grupo de *Monocolpites* "tipo *huertasi*", la característica más interesante del diagrama es la entrada de especies nuevas



Manto	Espesor	NUMERO DE GRANOS CONTADOS			DISTANCIA ENTRE MANTOS	
		Polen y Esporas Triletes	Monoletes	Sporites	Horizontal	Perpendicular a los mantos aprox.
Esp. XII	65 cm	9				
Esp. XI	45 cm	57	8	2	5 m	3 m
Esp. X	100 cm	6			2 m	1.50 m
Esp. IX	25 cm	4	6		40 m	27 m
Esp. VIII	40 cm	1	4		30 m	21 m
Esp. VII	65 cm	21	43		10 m	7 m
Esp. VIa	40 cm	7	3	3	178 m	100 m
Esp. VI	20 cm	1	4		9 m	6 m
Esp. V	120 cm	6	2		5 m	3 m
Esp. IV	200 cm	6			60 m	35 m
Esp. III	100 cm	10	1		9 m	6 m
Esp. II	100 cm	15	13	1	4 m	3 m
La Esp. I	85 cm	5	1	1	90 m	55 m
San Benito	70 cm	96	51	72	435 m	180 m
Puente Nariño	75 cm	12	2	1	10 m?	6 m?

El manto P.N. contiene las especies siguientes: *Monocolpites medius*, *Monocolpites grandis*, *Tricolpites clarissimus*, *Pollenites reticulatus*, *Triletes mutisi*, *Triletes giganteus* y *Monoporisorites minutus*.

El manto S.B. contiene las especies: *Monocolpites huertasi*, *medius*, *minutus*, *grandis*, *grandispineger* y *gemmatus*; *Tricolpites herrerae*, *rubini A*, *B*, *C*, y *clarissimus*; *Triporites iverseni*; *Tricolporites perminutus* y *florschutzi*; *Pollenites reticulatus B* y *C*; *Triletes guaduensis*, *XIa* y *XIb*, *mutisi*, *microechinatus*; *Monoporisorites minutus*; *Diporisorites elongatus A* y *B*; *Pluricellaesporites typicus*.

El porcentaje de *Monoporisorites minutus* etc. en el manto S.B. que es muy alto (44%) y la asociación de las especies mencionadas, hacen seguro la correlación de los mantos P.N. y S.B. con los mantos VII y VI de Cogontá.

A continuación las especies encontradas en los mantos Esp. I - IX. (1)

#### Manto Esp. I:

*Monocolpites huertasi*  
*Tricolpites florschutzi* y *esperanzae* \*  
*Stephanocolpites guaduensis*  
*Triletes guaduensis*  
*Monoporisorites minutus*.

#### Manto Esp. II

*Monocolpites medius*, *huertasi*, *grandis*, *giganteus* \*, *clavogemmatus* \*  
*Monoporites huertasi*  
*Triporites iverseni*  
*Tricolporites florschutzi*

(1) Las especies marcadas con \* no se encontraron en el material de Cogontá.

*Stephanocolp(or)ites guaduensis B*  
*Triletes guaduensis, mutisi, microverrucatus, XIb, giganteus \**  
*Monoporisorites minutus*  
*Inapertisorites variabilis*

**Manto Esp. III**

*Monocolpites huertasi* . . . . . 5  
*Stephanocolp(or)ites guaduensis B* . . . . . 5  
*Triletes guaduensis* . . . . . 1

**Manto Esp. IV**

*Monocolpites minutispinosus* . . . . . 1  
*Stephanocolp(or)ites guaduensis y leonardi* . . . . . 3  
*Tricolpites rubini* . . . . . 1  
*Tricolporites florschutzi* . . . . . 1  
*Tetradites umirensis* . . . . . 1

**Manto Esp. V**

*Monocolpites aitkeni \**, *ellii \** y *huertasi*  
*Triporites iverseni*  
*Triletes guaduensis y XIa*

**Manto Esp. VI**

*Tricolporites florschutzi*  
*Triletes guaduensis y XIb*

**Manto Esp. VIa**

*Monocolpites huertasi y racematus*  
*Triletes guaduensis*  
*Monoletes ferdinandi*

**Manto Esp. VII**

*Monocolpites huertasi, medius, dispersispinosus \**, *racematus, gemmatus*  
*a y perminutus.*  
*Triporites suescae e iverseni*  
*Tricolpites rubini A y colombiae \**  
*Inaperturites lilioides \**  
*Pollenites reticulatus C y striatus \**  
*Triletes guaduensis, XIa y b, margaritae \** y *giganteus \**

**Manto Esp. VIII**

*Monocolpites huertasi. Stephanocolpites cf leonardi.*  
*Triletes XI y mutisi*

**Manto Esp. IX**

*Monocolpites huertasi. Stephanocolpites cf. leonardi.*  
*Triletes guaduensis y XIa*

El grupo de mantos coleccionados en afloramiento detrás de la mina La Esperanza contienen las siguientes especies:

**Manto Esp. X**

*Monocolpites huertasi* y *minutispinosus*  
*Tripurites* cf. *iverseni*.  
*Triletes margaritae*, *guaduensis* y XI

**Manto Esp. XI**

<i>Monocolpites minutus</i> . . . . .	1
<i>Monocolpites huertasi</i> . . . . .	14
<i>Monocolpites medius</i> . . . . .	7
<i>Monocolpites gemmatus A</i> . . . . .	6
<i>Monocolpites racematus</i> . . . . .	6
<i>Monocolpites reticulatus</i> * . . . . .	1
<i>Monocolpites spinosus B</i> . . . . .	1
<i>Monocolpites grandispineger</i> . . . . .	1
<i>Monocolpites humberti</i> y <i>humbertoides</i> . . . . .	3
<i>Tricolpites clarissimus</i> . . . . .	1
<i>Tricolpites rubini A</i> . . . . .	1
<i>Tricolpites rubini B</i> . . . . .	1
<i>Tricolpites microreticulatus</i> * . . . . .	1
<i>Tricolporites perminutus</i> . . . . .	1
<i>Tricolporites leonardoides</i> * . . . . .	2
<i>Tricolporites florschutzi</i> . . . . .	1
<i>Tripurites iverseni</i> . . . . .	2
<i>Tripurites suescae</i> . . . . .	3
<i>Tricolpites reticulatus</i> . . . . .	2
<i>Triletes guaduensis</i> . . . . .	2
<i>Triletes mutusi</i> . . . . .	1
<i>Triletes XI b</i> . . . . .	1
<i>Triletes typicus</i> * . . . . .	1
<i>Triletes margaritae</i> * . . . . .	2
<i>Monoletes ferdinandi</i> . . . . .	2

**Manto Esp. XII**

*Monocolpites huertasi*, *minutispinosus*, *spinosus*, *reticulatus* \*, *humberti*\*,  
*humbertoides* \*  
*Tricolpites reticulatus A*. *Tripurites iverseni*. *Tetradites umirensis*.  
*Triletes guaduensis* y *margaritae*.

Sin duda los mantos VII (VIII y IX) son de la misma edad que los mantos I y Ia de Cogontá (Suesca): (la asociación de polen es muy semejante; *Inaperturites liliae* y *lilioides* son muy parecidos o iguales).

El manto II con seguridad pertenece al mismo horizonte que el manto V de Cogontá: las asociaciones de polen de los dos mantos tienen mucha semejanza, y en el manto II hay dos especies que en Cogontá solamente se encontraron en dicho horizonte, *Triletes microverrucatus* e *Inapertisporites variabilis*.

Los mantos III, IV, V y VI tienen pocos granos de polen, pero con los datos conseguidos podemos decir que el manto III corresponde probablemente con el IV de Cogontá, el IV con el III de Cogontá, y los mantos VI y V con el II de Cogontá.

Los mantos X, XI y XII forman un grupo de mantos más recientes que los superiores de Cogontá, con un porcentaje bajo de *Triletes* y varias especies nue-

vas muy típicas. *Monocolpites humberti* y *humbertoides*, granos grandes de 90 y 140 micras respectivamente y de escultura más o menos foveolatus son los más típicos; la relación de ellos con la flora reciente todavía es completamente desconocida.

Edad de esta flora: Maestrichtiano (véase parágrafo 10).

## 7. — EL POLEN FOSIL DEL GUADUAS MEDIO Y SUPERIOR DE OTROS SITIOS

### a) LENGUAZAQUE

Analizamos también unos mantos de carbón del Guaduas Medio de Lenguazaque. El manto V es el manto más inferior, situado cerca de la base de la formación del Guaduas, unos pocos metros sobre la primera arenisca. El manto IV está a poca distancia encima de la segunda arenisca y el manto I más o menos 80 metros arriba del manto IV.

Manto Leng. V				
<i>Monocolpites huertasi</i>	} 31%	<i>Triletes guaduensis</i>	} 17%	
<i>Monocolpites minutus</i>		<i>Triletes XI</i>		
<i>Monocolpites medius</i>		} 83%		
<i>Monocolpites grandis</i>				
<i>Monocolpites gemmatus B</i>				
<i>Monocolpites spinosus</i>				
<i>Monoporites indet.</i>				
<i>Tricolpites reticulatus A</i>				
<i>Tricolpites rubini B</i>			<i>Monoporites minutus</i>	7%
<i>Tricolpites indet.</i>				
<i>Triporites iverseni</i>				
<i>Pollenites reticulatus B</i>				
<i>Pollenites reticulatus C-E</i>				
<i>Inaperturites indet.</i>				
Manto leng. IV				
<i>Monocolpites minutus</i>	} 56%	<i>Triletes guaduensis</i>	} 18%	
<i>Monocolpites huertasi</i>		<i>Triletes XI</i>		
<i>Monocolpites medius</i>		} 82%		
<i>Monocolpites minutispinosus</i>				
<i>Monocolpites indet.</i>				
<i>Tricolpites rubini B</i>			<i>Monoporites minutus</i>	5%
<i>Tricolpites rubini C</i>				
<i>Tricolporites perminutus E</i>				
<i>Triporites annulatus</i>				
<i>Stephanocolpites guaduensis</i>				
<i>Pollenites reticulatus A</i>				

Manto Leng. I

<i>Monocolpites minutus</i>	} 43%	<i>Triletes guaduensis</i>	} 24%
<i>Monocolpites huertasi</i>		<i>Triletes XI</i>	
<i>Monocolpites medius</i>		<i>Triletes boteroi</i> *	
	<i>Triletes cf. margaritae</i>		
<i>Monocolpites cf. grandis</i>	} 8%	<i>Monoletes ferdinandi</i>	1%
<i>Monocolpites racematus</i>		<i>Monoporisporites minutus</i>	1%
<i>Monocolpites spinosus</i>			
<i>Tricolpites rubin A-B-C</i>			
<i>Tricolpites splendens</i>			
<i>Triporites annulatus</i>			
<i>Tricolpites indet.</i>			
<i>Tricolpites cf. reticulatus A</i>			
<i>Triporites iverseni</i>			
<i>Tricolporites perminutus</i>			
<i>Tricolporites perminutus E</i>	7%	} 76%	
<i>Tricolporites cf. reticulatus</i>			
<i>Tricolporites florschutzi A</i>			
<i>Pollenites reticulatus B</i>			
<i>Pollenites reticulatus C-E</i>			

El manto Leng. V, cerca a la base de la formación de Guaduas y un poco sobre la primera arenisca, demuestra un porcentaje bajo de *Triletes* y bastante alto de *Monocolpites* "tipo *huertasi*". Según la posición estratigráfica —lo cual es muy interesante— más bien se podría esperar una "asociación de polen" como en los mantos VII y VI de Suesca. Es posible pensar en una diferencia de "facies", pero con la presencia de *Tricolpites reticulatus*, esta idea se hace poco probable. Toda la "asociación" indica que la posición de este manto debe ser entre el manto IVa y IV de Suesca, o sea el principio de la zona del dominio de *Monocolpites* "tipo *huertasi*", al fin de la subzona A<sub>3</sub> o al principio de la subzona B<sub>1</sub> (véase la plancha I y II y párrafos 10 y 11 (1)). Esta conclusión está de acuerdo con el dato de que en el manto muy poco encima del anterior, en el manto Leng. IV, el dominio de *Monocolpites* "tipo *huertasi*" llega a su máximo con 56% o sea el mismo valor que el de los mantos IV y IIIa de Suesca. Sin duda el manto Leng. IV pertenece a la subzona B<sub>1</sub>.

En el manto Leng. I el porcentaje de *Monocolpites* "tipo *huertasi*" bajó algo, pero todavía es relativamente alto. Sin embargo, ciertas especies indican que la posición puede ser un poco más alta, como *Tricolpites splendens*, pero de todas maneras se halla en la zona B. La presencia de *Triletes cf. margaritae* solamente se puede explicar aceptando que esta especie, más al Norte de Suesca-Santa Rosita, se encuentre ya en un nivel un poco más bajo que la subzona C<sub>1</sub>.

Muy de acuerdo con estas conclusiones es que el porcentaje de *Monoporisporites minutus* baja de 7% en el manto V, a 5% en el manto IV, hasta 1% en el manto I.

De todos estos datos se pueden sacar unas conclusiones estratigráficas muy interesantes, a las cuales nos referiremos en el párrafo 10.

b) TUNJA

Analizamos una serie de muestras de carbón de la perforación de Tunja, de la Tropical Oil Company. Empieza esta perforación debajo de la arenisca del Cacho, en el Guaduas Superior.

(1) De aquí en adelante principiamos a usar las letras de la división en zonas y subzonas introducidas en los párrafos 10 y 11.

Incluimos aquí estos análisis, indicando con cada uno de ellos la profundidad en pies. La formación de Guadalupe empieza a una profundidad de más o menos 2.600 pies.

Tunja I — 2260-2265 pies

<i>Monocolpites huertasi</i>	}	50%	<i>Triletes guaduensis</i>	4%
<i>Monocolpites medius</i>			<i>Monoporisorites minutus</i>	21%
<i>Monocolpites perminutus</i>	}	96%		
<i>Monocolpites raphaeli</i>				
<i>Monocolpites indet.</i>				
<i>Tricolporites minutus</i>				
<i>Tricolporites perminutus</i>				
<i>Tricolpites reticulatus A</i>				
<i>Pollenites reticulatus B</i>				

Tunja II — 1600-1609 pies

<i>Monocolpites huertasi</i>	}	28%	<i>Triletes guaduensis</i>	14%		
<i>Monocolpites medius</i>						
<i>Monocolpites cf. giganteus</i>	}	86%				
<i>Monocolpites spinosus</i>						
<i>Monocolpites gemmatus A</i>						
<i>Monocolpites gemmatus C</i>						
<i>Tricolpites rubini B</i>						
<i>Tricolpites colombiae</i>			}	25%		
<i>Tricolpites marinae</i>						
<i>Tricolpites josephinae</i>						
<i>Triporites iverseni</i>						

Tunja III — 1450-1455 pies

<i>Monocolpites minutus</i>	}	4%	<i>Triletes guaduensis</i>	}	65%
<i>Monocolpites huertasi</i>			<i>Triletes XI</i>		
<i>Monocolpites indet.</i>	<i>Triletes mutusi</i>				
<i>Monocolpites minutispinosus</i>	}	35%			
<i>Tricolpites reticulatus</i>					
<i>Tricolpites cf. laetitia</i>					
<i>Tricolpites colombiae</i>					
<i>Tricolpites rubini C</i>					
<i>Tricolpites indet.</i>					
<i>Tetradites umirensis A</i>					
<i>Tetradites umirensis B</i>					
<i>Pollenites reticulatus B</i>					
<i>Pollenites reticulatus C-E</i>					
<i>Pollenites cf. inaperturoides</i>					

De la región de Tunja solamente se pudo analizar una muestra de cada manto (muestras de perforación), sin embargo se puede decir con seguridad que el manto I (el más inferior) pertenece a la subzona B<sub>1</sub>, el manto II a la subzona B<sub>2</sub> y el manto III a la subzona B<sub>3</sub> (o límite B<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>). De los otros mantos IV, V y VI no tenemos suficientes muestras para indicar con seguridad la posición estratigráfica.

El límite entre Guaduas Medio y Guaduas Superior se encuentra a una profundidad de más o menos 300 pies.

El manto VII (430-440 pies) tiene bastantes especies en común con la zona C, y todavía tiene *Triletes guaduensis*, o sea que faltan las variedades pequeñas. Pero al mismo tiempo contiene bastantes especies nuevas de tipos relativamente muy desarrollados; los *Monocolpites medius* en parte han cambiado y presentan un reticulum muy fino (granos iguales a éstos encontramos en el carbón del Valle del Cauca, de edad Oligoceno o Eoceno, y en la formación Lisama); una especie es muy semejante al *Monocolpites operculatus* de la formación Lisama.

Las especies de la zona C<sub>1</sub> que todavía se encuentran aquí son por ejemplo: *Tricolpites rubini*, *Triletes margaritae*, *Triporites iverseni*, *Monocolpites gemmatus*, *Tricolporites perminutus*, *Tricolpites colombiae*, *Tricolpites reticulatus B*, *Monocolpites minutispinosus*, etc.

El grupo de mantos, o probablemente cintas, VIII, IX y X, a una profundidad de 280-285, 240-245 y 220-225 pies respectivamente, tienen una "flora de polen" en la cual se encuentran muy pocas especies de la zona C, casi todas son especies nuevas, parece que corresponden en parte a las de los mantos de carbón de la formación Lisama. Los *Monocolpites* tipo *medius* tienen la característica anteriormente mencionada, y entre las especies más definidas están el *Monocolpites operculatus* y el *Tetradites magnus* de la formación Lisama. Al encontrar de vez en cuando, un *Triletes* de tipo *guaduensis*, casi siempre es más grande de 40 micras.

De todo esto se puede deducir que el manto VII es de un nivel que debe corresponder con la parte más superior del Guaduas Medio, y que los mantos VIII, IX y X corresponden a la parte inferior de la formación Lisama.

c) PAZ DE RIO

Dos muestras de carbón de Paz de Río dieron los siguientes resultados:

Paz de Río A

<i>Monocolpites minutus</i>	} 31.5%	<i>Triletes guaduensis</i>	} 24.5%
<i>Monocolpites huertasi</i>		<i>Triletes XI</i>	
<i>Monocolpites medius</i>			
<i>Monocolpites perminutus</i>	} 4.5%	<i>Monoporisorites minutus</i>	1.5%
<i>Monocolpites cf. grandis</i>			
<i>Monocolpites gemmatus</i>			
<i>Triporites iverseni</i>			
<i>Tricolpites cf. clarissimus</i>			
<i>Tricolpites medius</i>			
<i>Tricolpites rubini A-B</i>			
<i>Tricolpites rubini C</i>			
<i>Tricolpites indet.</i>			
<i>Tricolpites reticulatus A'</i>			
<i>Tricolporites perminutus E</i>	} 75.5%		
<i>Tricolporites perminutus</i>		12.5%	
var.			
<i>Stephanocolpites guaduensis,</i>	} 4%		
<i>leonardi</i>			
<i>Syncolpites circularis</i>			
<i>Tetradites umirensis</i>			
<i>Pollenites reticulatus B</i>			
<i>Pollenites morae</i>			

Paz de Río B

<i>Monocolpites minutus</i>	}	45%	<i>Triletes guaduensis</i>	}	42.5%
<i>Monocolpites huertasi</i>			<i>Triletes indet.</i>		
<i>Monocolpites medius</i>			<i>Triletes boteroi</i>		
<i>Monocolpites grandispiniger</i>	}	57.5%	<i>Monoporisorites minutus</i>	}	36%
<i>Tricolpites rubini</i>			<i>Diporisorites minutus</i>		
<i>Pollenites reticulatus C</i>			<i>Pluricellaesporites</i>		

Aunque se trata aquí del análisis de dos muestras solamente y no de mantos enteros, se puede decir con bastante seguridad que la muestra B pertenece a la zona A<sub>3</sub> (límite con la zona B<sub>1</sub>?; compárese manto Leng. V).

La muestra A, aunque tiene una especie que anteriormente sólo fué encontrada en la subzona C<sub>1</sub> (*Syncolpites circularis*), casi con seguridad pertenece a la zona B y probablemente a la subzona B<sub>2</sub> (compárese el manto Leng. I). Parece probable que más al Norte de Suesca-Santa Rosita otras especies distintas reemplazan al *Stephanocolpites leonardi*, ya sea completamente o en parte en la "vegetación transitoria" de la zona B<sub>2</sub>, como por ejemplo una variedad de *Tricolporites perminutus*.

d) RONDON

De la muestra Wo 272, del Municipio de Rondón (Depto. Boyacá) que nos fué enviada por R. Wokittel, los resultados son los siguientes:

Rondón. Wo 272

<i>Monocolpites huertasi</i>	}	8.5%	<i>Triletes guaduensis</i>	}	55%
<i>Monocolpites medius</i>			<i>Triletes X</i>		
<i>Monocolpites perminutus</i>	}	45%	<i>Triletes XI</i>		
<i>Monocolpites indet.</i>			<i>Triletes suescae</i>		
<i>Monocolpites aitheni</i>					
<i>Tricolpites rubini</i>					
<i>Tricolporites perminutus</i>					
<i>Stephanocolpites leonardi</i>					
<i>Triporites cogontensis</i>					
<i>Tetradites umirensis</i>					
<i>Pollenites mitchelli</i>					
<i>Pollenites reticulatus B</i>					

Esta asociación, aunque no es de análisis de un manto entero, con seguridad decimos que pertenece a la subzona B<sub>3</sub>.

e) MOLAGAVITA

La muestra Wo 152 del Municipio de Molagavita (Depto. Santander) fué coleccionada como la anterior por R. Wokittel. En esta muestra también domina *Triletes guaduensis*, acompañado por las especies:

*Monocolpites huertasi*  
*Tricolpites rubini*  
*Tricolporites perminutus*  
*Triletes XI*  
*Monoporisporites minutus*

Pertenece esta asociación con bastante seguridad a la zona A (subzonas A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>).

## 8. — EL POLEN FOSIL DE LA FORMACION UMIR DE SANTANDER

Analizamos una serie de mucstras de mantos de dicha formación aportados por H. Bürgl, de Agua Blanca (Carretera Bucaramanga-San Vicente) y de Vanegas (Río Lebrija). La edad de estos mantos está bien establecida por medio de micro y microfósiles marinos, como Maestrichtiano (Dr. Hans Bürgl, Sección de Paleontología).

Un manto cuya posición estratigráfica (en relación con los otros mantos) no se puede establecer con seguridad, demuestra la "flora antigua" pura:

Agua Blanca, manto HB 376 - form. Umir

<i>Monocolpites minutus</i>	4.5%	}	<i>Triletes guaduensis</i>	49.--%	
<i>Monocolpites medius</i>	6.--%		<i>Triletes X</i>	4.5%	
<i>Monocolpites huertasi</i>	1.5%		<i>Triletes XI</i>	1.5%	
<i>Monocolpites grandis</i>	3.--%				
<i>Tricolpites rubini B y C</i>	15.--%	}		45%	
<i>Tricolporites perminutus</i>	4.5%		}	<i>Monoporisporites minutus</i>	} 4.5%
<i>Tricolporites perminutus E</i>	6.--%			<i>Diporisporites minutus</i>	
<i>Pollenites perminutus</i>	1.5%			<i>Pluricellaesporites indet.</i>	
<i>Pollenites mitchelli</i>	3.--%				

Pertenece este manto a la zona A y probablemente a la subzona A<sub>3</sub>. (Véase parágrafos 10 y 11).

Damos en seguida una serie de análisis de mantos de carbón de los cuales la posición estratigráfica es bien conocida. Los datos estratigráficos son los siguientes (distancias aproximadas):

### MANTO DISTANCIA

HB 383	}	La distancia entre el límite inferior de la formación Lisama y el manto HB 283 es más o menos 80m.
HB 385		
	}	130m
		Micro-fauna del Maestrichtiano
	}	180m
HB 286		
	}	50m
HB 365		
	}	30m
HB 288		
	}	Distancia entre el manto 288 y el Campaniano más o menos 220m

Agua Blanca, manto HB 288 - form. Umir

<i>Monocolpites minutus</i>	}	48%	}	<i>Triletes guaduensis</i>	}	17%
<i>Monocolpites medius</i>						
<i>Monocolpites huertasi</i>						
<i>Monocolpites minutispinosus</i>						
<i>Monocolpites grandis</i>						
<i>Tricolpites rubini B-C</i>	}	10%	83%			
<i>Tricolporites perminutus</i>						
<i>Tricolporites perminutus E</i>						
<i>Pollenites reticulatus</i>						
<i>Tetradites granulatus</i>						

Agua Blanca, manto HB 365 - form. Umir

<i>Monocolpites huertasi</i>	}	38.5%	}	<i>Triletes guaduensis</i>	}	34%
<i>Monocolpites medius</i>						
<i>Monocolpites cf. grandis</i>			66%	<i>Triletes magnus</i>		
<i>Monocolpites perminutus</i>				<i>Triletes permagnus</i>		
<i>Triporites umirensis</i>						
<i>Triporites iverseni</i>						
<i>Tricolpites rubini A</i>						
<i>Tricolpites colombiae</i>						
<i>Tricolpites indet.</i>						

Agua Blanca, manto HB 286 - form. Umir

<i>Monocolpites minutus</i>	}	37.5%	}	<i>Triletes guaduensis</i>	}	31%
<i>Monocolpites huertasi</i>						
<i>Monocolpites medius</i>						
<i>Monocolpites cf. grandis</i>			69%	<i>Triletes magnus</i>		
<i>Monocolpites gemmatus</i>				<i>Triletes permagnus</i>		
<i>Monocolpites indet.</i>				<i>Triletes giganteus</i>		
<i>Triporites iverseni</i>						
<i>Tricolpites rubini</i>						
<i>Pollenites reticulatus C-E</i>						

Agua Blanca, manto HB 385 - form. Umir

<i>Monocolpites minutus</i>	}	15.5%	}	<i>Triletes guaduensis</i>	}	72.5%
<i>Monocolpites huertasi</i>						
<i>Monocolpites medius</i>			27.5%	<i>Triletes XI</i>		
<i>Monocolpites perminutus</i>				<i>Triletes X</i>		
<i>Monocolpites dispersispinosus</i>				<i>Triletes permagnus</i>		
<i>Monocolpites indet.</i>				<i>Triletes giganteus</i>		
<i>Tricolpites reticulatus</i>				<i>Triletes indet.</i>		
<i>Tricolpites rubini</i>						
<i>Tricolpites indet.</i>						
<i>Triporites iverseni</i>						
<i>Triporites umirensis</i>						
<i>Tetradites umirensis</i>						
<i>Syncolporites cf. lisamae</i>						

Agua Blanca, manto HB 383 - form. Umir

<i>Monocolpites minutus</i>	} 17.5%	<i>Triletes guaduensis</i>	} 29%
<i>Monocolpites huertasi</i>		<i>Triletes XIb</i>	
<i>Monocolpites medius</i>		<i>Triletes magnus</i>	
<i>Monocolpites perminutus</i>		<i>Triletes permagnus</i>	
<i>Monocolpites typicus</i>		<i>Triletes indet.</i>	
<i>Tricolpites rubini</i>	} 71%		
<i>Tricolpites colombiae</i>			
<i>Tricolpites reticulatus A</i>			
<i>Tricolpites indet.</i>			
<i>Triporites umirensis</i>			
<i>Triporites iverseni</i>			
<i>Syncolporites cf. lisamae</i>			

Un manto que proviene del Umir más Superior, y que según el análisis palinológico es de un nivel todavía un poco más alto que el del manto HB 383, dió los siguientes resultados:

Agua Blanca, manto HB 374 - form. Umir

<i>Monocolpites medius</i>	9.5%	<i>Triletes guaduensis</i>	} 29%
<i>Monocolpites humberti</i>	} 16.5%	<i>Triletes indet.</i>	
<i>Monocolpites humbertoides</i>			
<i>Monocolpites perminutus</i>			
<i>Monocolpites typicus</i>	} 71%		
<i>Tricolpites rubini</i>			
<i>Tricolpites colombiae</i>			
<i>Tricolpites reticulatus A</i>			
<i>Tricolpites indet.</i>			
<i>Triporites umirensis</i>			
<i>Triporites iverseni</i>			
<i>Syncolporites cf. lisamae</i>			

La plancha V da el diagrama general de los mantos anteriormente mencionados. HB 288, 365 y 286 pertenecen a la subzona B<sub>1</sub>; 385 en el límite B<sub>3</sub>-C<sub>1</sub> (probablemente en la C<sub>1</sub> más inferior); 383 se halla en un nivel con foraminíferos, que todavía no indica el Maestrichtiano más Superior (*Siphogeneroides plumeri*). HB 374 pertenece a la subzona C<sub>2</sub>.

Un manto de Vanegas (Río Lebrija), poco encima de un nivel con amonitas y lamelibranquios, y cerca al límite Umir-Lisama, dió los resultados siguientes:

Vanegas (Río Lebrija), manto HB 276, forma Umir

<i>Monocolpites minutus</i>	} 35%	<i>Triletes guaduensis</i>	} 17%
<i>Monocolpites medius</i>		<i>Triletes XIb</i>	
<i>Monocolpites huertasi</i>		<i>Triletes splendens</i>	
<i>Monocolpites typicus</i>		<i>Triletes magnus</i>	
<i>Monocolpites racematus</i>		<i>Triletes permagnus</i>	
<i>Triporites iverseni</i>	} 83%	<i>Triletes giganteus</i>	
<i>Triporites umirensis</i>		<i>Triletes indet.</i>	
<i>Triporites suecae</i>		23%	
<i>Tricolpites rubini</i>			
<i>Tricolpites marinae</i>			
<i>Tricolpites reticulatus A</i>			
<i>Tricolpites medius</i>			
<i>Tricolpites colombiae</i>			
<i>Tricolpites indet.</i>			
<i>Tricolporites minutus</i>			
<i>Syncolporites cf. lisamae</i>			
<i>Pollenites indet.</i>			

Con seguridad este manto pertenece a la parte superior de la subzona C<sub>1</sub>.

9. — EL POLEN FOSIL DE LA FORMACION LISAMA DE SANTANDER

De la parte media y superior de la formación Lisama analizamos una serie de muestras de mantos de carbón, coleccionados por H. Bürgl en la región del Río Lebrija, cerca a Vanegas (Depto. de Santander).

Estas muestras contienen una "flora de polen" que es muy distinta de las formaciones del Guaduas Medio y del Umir. Aunque varias especies se encuentran tanto en la formación Lisama como en estas dos últimas, sin embargo, repetimos, la mayoría son especies nuevas. Todavía no damos la descripción de todas las especies, solamente de las más características y frecuentes. Como ejemplo incluimos aquí los datos de análisis de dos de estos mantos.

Manto Vanegas - 284 - form. Lisama

<i>Monocolpites operculatus B</i>	30.-%	<i>Triletes</i> indet.
<i>Monocolpites operculatus A</i>	10.5%	
<i>Monocolpites medius</i>	3.5%	
<i>Monocolpites</i> indet.	5.5%	
<i>Monoporites lisamae</i>	19.5%	
<i>Tricolp(or)ites annae</i>	12.5%	
<i>Tricolpites santandereanus</i>	3.5%	
<i>Tricolpites rubini</i>	5.-%	
<i>Syncolporites lisamae</i>	2.-%	
<i>Tetradites magnus</i>	5.-%	
<i>Stephanocolpites</i> indet.	2.-%	

Manto Vanegas, HB 283 form. Lisama

<i>Monocolpites operculatus A</i>	2%	<i>Triletes</i> indet.
<i>Monocolpites operculatus B</i>	66%	
<i>Monocolpites medius</i>	2%	
<i>Monocolpites</i> indet.	6%	
<i>Monoporites lisamae</i>	2%	
<i>Tricolpites</i> indet.	2%	
<i>Stephanocolpites</i> indet.	2%	
<i>Pollenites</i> indet.	6%	
<i>Tetradites magnus</i>	6%	

*Tricolp(or)ites annae* pertenece con seguridad a la familia de las *Bombacaceae* (tipo *Bombax*, *Ceiba* etc.) y representa, en comparación con la flora del Maestrichtiano, un tipo muy avanzado desde el punto de vista polenmorfológico (estructura bastante diferenciada). Parece que en esta especie encontramos un fósil típico de gran valor, porque caracteriza el principio del Terciario por medio de los primeros representantes de las *Bombacaceae* del tipo de *Bombax*, etc. *Syncolporites lisamae* tiene cierta semejanza con el género *Matayba* de las *Sapindaceae*.

*Monocolpites operculatus*, el más frecuente, representa un tipo muy interesante. El único grupo de plantas actuales que parece tener granos de polen bastantes semejantes es el género *Astrocaryum* de las palmas.

Aunque debemos tener en cuenta que las palmas en la flora tropical representan uno de los pocos grupos anemófilos, sin embargo el dominio completo de los *Monocolpites operculatus* en el carbón de la formación Lisama, indica que en la vegetación las palmas ocuparon un sitio bastante importante.

Una muestra en la cual la posición estratigráfica no está segura, HB 285, pero que probablemente proviene de la formación Lisama, contiene bastantes especies nuevas: entre éstas se encuentran los *Monocolpites* tipo *medius* con un reticulum fino y perfecto, *Pollenites typicus* (una especie muy semejante a las *Bombacaceae* del tipo *Matisia*, *Septotheca* etc.), pero tiene varias especies en común con la zona C del Maestrichtiano. Igualmente contiene granos de palmas del tipo de los del género *Mauritia*. Falta el típico *Triletes guaduensis*.

Suponemos provisionalmente que esta muestra pertenece a la parte Inferior de la formación Lisama y que corresponde más o menos a la parte superior de Tunja.

Palaeontológicamente el renuevo completo de la flora que se realizó durante la deposición de la parte inferior de la formación Lisama, indica el límite Cretáceo-Terciario, puesto que no hay disconformidad visible. Edad de esta flora: Terciario Inferior (probablemente Paleoceno-Eoceno Inf.) (Véase parágrafo 10).

## 10. — CONCLUSIONES ESTRATIGRAFICAS

Con base en los análisis palinológicos de los mantos de carbón del Salto de Tequendama, Suesca, Santa Rosita, Lenguazaque, Río Lebrija y Agua Blanca se puede dividir la formación Guaduas y sus formaciones equivalentes en varias zonas y subzonas. Las hemos llamado zonas A, B, C y D, de las cuales A y B se pueden dividir en tres subzonas, y C y D en dos. Para la caracterización de cada zona y subzona nos referimos al parágrafo 11, a la tabla I y al diagrama II.

Vimos que en la región de la Sabana de Bogotá la base de la formación Guaduas o el límite con la formación Guadalupe es de edad Maestrichtiana. Los mantos de carbón de la Sabana que se encuentran en la parte más superior del Guaduas Medio (muy cerca al límite con el Guaduas Superior) se pueden correlacionar por medio de polen fósil con los mantos de carbón que se encuentran en la parte más superior de la formación Umir en Santander que se hallan a una distancia no mayor de 30m. debajo del límite con la formación Lisama. H. Bürgl por medio de fósiles marinos, pudo establecer que toda la parte carbonífera de la formación Umir es de edad Maestrichtiana y a corta distancia debajo del manto más superior del Río Lebrija (zona C), encontró un horizonte con amonitas. Podemos llegar entonces a las conclusiones siguientes:

1º—El Guaduas Inferior y Medio (es decir la “formación carbonífera” de la Sabana de Bogotá) en su totalidad pertenece al Cretáceo y es del Maestrichtiano.

2º—El límite Guaduas Medio-Superior corresponde exactamente con el límite Umir-Lisama.

3º—Por consiguiente, el Guaduas Superior debe corresponder exactamente a la formación Lisama (estando limitada en la parte baja por dicho límite y en la parte superior por la arenisca Cacho-La Paz).

El renuevo completo de la flora que se realiza en la parte inferior de la formación Lisama y en el Guaduas Superior indica con seguridad, paleobotánicamente el límite Cretáceo-Terciario. No habiendo disconformidad visible, creemos que la formación Lisama y el Guaduas Superior deben representar el Ter-

ciario más Inferior. Algunos datos palinológicos, que pensamos publicar en una fecha próxima, sobre el Terciario Inferior, nos hacen pensar que la parte inferior de lo que provisionalmente hemos llamado zona D (Lisama-Guaduas Superior) es Paleoceno (subzona D<sub>1</sub>), y la parte superior Paleoceno (-Eoceno Inf.) (subzona D<sub>2</sub>).

Es evidente que no hay espacio para el Daniano, pero nos parece que es difícil seguir una formación de importancia solamente local como el Daniano, desde Europa hasta Colombia y por otra parte esto está de acuerdo con la idea paleontológicamente fundada y recientemente publicada de que el Daniano es lo mismo que el Paleoceno y solamente representa cierta facies de éste.

Fuera de estas conclusiones podemos hacer otras con base en los datos palinológicos que son notablemente interesantes.

En la región del Salto de Tequendama los mantos de carbón cerca a la base de la formación Guaduas son de la zona A<sub>1</sub>; más al Norte, en Suesca y Santa Rosita, los mantos inferiores son de la zona A<sub>2</sub>. Todavía más al Norte, en la región de Lenguazaque, el manto inferior es del límite de la zona A<sub>3</sub> y B<sub>1</sub> sin que cambie la distancia entre la base de la formación y el manto inferior. Así en Tunja, el manto inferior nuevamente arroja un nivel un poco más alto, en la zona B<sub>1</sub>.

Ahora, teniendo en cuenta que en la región del Salto, por lo menos la parte inferior de la arenisca Superior de la formación Guadalupe es de edad Campaniana, y que al Norte de la Sabana, toda la arenisca es de edad Maestrichtiana como también una parte pequeña de los sedimentos arcillosos debajo de ella, y todavía más al Norte, en la región de Lenguazaque-Guachetá, el Maestrichtiano incluye fuera de la arenisca una parte mucho más grande de dichos sedimentos arcillosos, aunque en este fenómeno también influye el hecho de que dicha arenisca se vuelve más angosta hacia el Norte, llegamos a la conclusión siguiente:

El límite del Guaduas-Guadalupe, yendo de SW a NE en el sentido de la Cordillera Oriental, asciende estratigráficamente, representando cada vez un nivel un poco más reciente.

Es un límite de facies, que cruza la línea del tiempo (así, por ejemplo en el Norte de la Sabana, la arenisca La Guía del Salto debe estar ya incluida en la formación de Guadalupe).

El origen de este fenómeno lo atribuimos a que el mar del Cretáceo Superior se retiró, durante el Maestrichtiano, poco a poco de Sur a Norte. En la región de la formación de Umir, que quizás representa una cuenca más o menos separada, al Oeste de la anterior, se encuentran niveles marinos mucho más altos, en la región del Río Lebrija, hasta en la zona C. Aunque había períodos terrestres largos desde el límite de las zonas A y B, el mar no se retiró completamente de esta región sino hasta el final del Maestrichtiano.

## 11. — EL DESARROLLO DE LA FLORA DURANTE EL MAESTRICHTIANO HASTA EL TERCIARIO MAS INFERIOR

En la tabla I y el diagrama II están reunidos todos los datos más importantes sobre el desarrollo de la flora durante el Maestrichtiano hasta el Terciario Inferior. Considerando las conclusiones estratigráficas, podemos hablar con fiabilidad del Maestrichtiano A, B, C, etc., y del Terciario más Inferior,

llamado aquí zona D. La tabla y el diagrama constan de los resultados de los análisis del material del Salto de Tequendama, Suesca, Santa Rosita, Lengua-zaque, Agua Blanca y Río Lebrija, pertenecientes a las formaciones de Guaduas, Umir y Lisama.

En el Maestrichtiano A<sub>1</sub>, existió en Colombia una flora de carácter relativamente antiguo, representada, por el polen fósil que dejó, con unas 35 especies distintas. Predominaban los *Triletes guaduensis*, probablemente helechos arborescentes de la familia de las *Cyatheaceae*.

También formaron una parte importante en la vegetación las especies *Monocolpites minutus*, *huertasi* y *medius*, seguramente palmas (tipo de polen semejante a *Oenocarpus*). Siguen en importancia *Tricolporites perminutus* y *Stephanocolpites guaduensis*, Dicotyledoneas cuyas posiciones en el sistema natural todavía son desconocidas. De las otras especies mencionamos como las más importantes: *Monocolpites gemmatus* (probablemente palmas, del tipo *Iriarte*), *Monoporites tequendamae* (familia *Restionaceae*?), *Monocolpites spinosus*, *multispinosus* y *obtusispinosus* (cf. *Nymphaeaceae*), *Pollenites reticulatus* B, *Tripurites iverseni*, *Tricolpites clarissimus* y *wolffi*, *Dicolpites luisae* y *Triletes tequendamae*. El (probable) hongo *Monoporisporites minutus* es frecuente, pero no sube más que al 5%.

En el Maestrichtiano A<sub>2</sub> la imagen total de la vegetación no ha cambiado; solamente hay más especies, pero todas de carácter antiguo. Parece que se extinguieron varias especies de la zona A<sub>1</sub>, como el *Monoporites tequendamae*, *Monocolpites obtusispinosus* etc. Entre las especies nuevas hay por ejemplo *Monocolpites minutispinosus*, *Tricolporites microreticulatus*, *Tripurites cogontensis*, *Tricolpites rubini*, etc. Característica en esta zona es sobre todo la abundancia de los (probables hongos) *Monoporisporites*, *Diporisporites*, *Pluricellaesporites*, *Polydosporites*, etc. La abundancia de dichos "hongos" debe tener una razón climatológica, posiblemente un cambio temporal de precipitación atmosférica.

En la subzona A<sub>3</sub> faltan casi todas las especies de *Diporisporites*, *Polydosporites*, *Pluricellaesporites*, etc., de la subzona A<sub>2</sub>. La flora continuó más o menos igual, solamente aparecieron por primera vez *Monocolpites racematus*, *Tricolpites reticulatus* A, *Tripurites suescae* y *Monoletes ferdinandi*. Varias especies parecen estar limitadas solamente a esta subzona, como *Triletes microverrucatus*, *Monocolpites clavogemmatus*, etc. Al final de la zona A se extinguen algunas especies, como el típico *Monoporites huertasi* y *Tricolporites microreticulatus*.

En la subzona B<sub>1</sub>, cambia por completo la imagen general de la vegetación. El dominio de *Monocolpites minutus*, *huertasi* y *medius* demuestra el cambio general de la vegetación anterior en lo que probablemente se puede llamar un "palmar de pantano". Las probables *Cyatheaceae* (*Triletes guaduensis*) ocuparon solamente una parte relativamente muy pequeña de la vegetación, y en la mitad de la subzona se extinguieron casi por completo los probables hongos *Monoporisporites minutus*.

En la subzona B<sub>2</sub>, ciertas dycotiledóneas reemplazaron en gran parte los *Monocolpites* tipo *huertasi*, mientras que los *Triletes guaduensis* quedaron en la misma proporción que antes; fué el *Stephanocolpites leonardi-guaduensis* el que dominó pero en algunas regiones pudieron ser otras especies, como una modificación pequeña de *Tricolporites perminutus*. Parece que esta subzona representa el amanecer de una flora nueva, o mejor la adaptación de la flora antigua a ciertos cambios de circunstancias ecológicas. Entonces podemos creer

que el *Stephanocolpites guaduensis* y el *Tricolporites perminutus* ensayaron una variedad nueva.

En la subzona B<sub>3</sub> empiezan a entrar especies que en cierta manera son de tipo completamente nuevo. Al mismo tiempo el *Triletes guaduensis* ocupa nuevamente su puesto dominante en la vegetación. Vuelven a aparecer ciertas circunstancias ecológicas de la zona A<sub>1</sub> (posiblemente de carácter edáfico?) que en algunos lugares hacen posible de nuevo la existencia de *Dicolpites luisae*. Las especies nuevas que se introdujeron son entre otras cosas: *Tricolpites splendens*, *Tricolpites reticulatus B* y *Pollenites cornelii*.

En la subzona C<sub>1</sub> continúan entrando especies nuevas como *Stephanocolpites costatus*, *Inaperturites liliae*, *Monocolpites typicus* y *esperanzae*, etc. También vuelven ciertos elementos que estuvieron escasamente presentes en la flora de la subzona A<sub>3</sub>, como *Monocolpites racematus*, *Triporites suecae* y *Monoletes ferdinandi*. En el principio *Triletes guaduensis* pudo ocupar todavía un puesto importante en la vegetación, pero iba disminuyendo poco a poco para dejarle el campo a las angiospermas.

Ciertas especies, como el *Tricolpites colombiae*, etc., que en el Sur aparecen por primera vez en la subzona C<sub>1</sub>, se encuentran a veces ya en el Norte de nuestra región en las subzonas B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub>, lo que hace pensar que por lo menos varias especies tuvieron su origen en el Norte, y emigraron después al Sur.

Entonces en la subzona C<sub>2</sub> continúa este dominio completo de las angiospermas, y siguen entrando otras especies nuevas, como *Monocolpites humberti* y *humbertoides*, *Tricolporites leonardoides*, *Tricolpites microreticulatus*, *Triletes margaritae* y *typicus*, etc. Vuelve el *Tricolpites clarissimus* de las zonas A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>. Aunque siguen existiendo muchos elementos de la "flora antigua" (el grupo de *Monocolpites* tipo *huertasi* puede estar presente en ciertos casos con el doble de porcentaje de la zona A) puede llegar dicho porcentaje de especies nuevas al final de esta zona en ciertos casos más o menos al 50%.

En la primera parte de la zona D, en la subzona D<sub>1</sub> (Paleoceno), existe todavía una variedad de gran tamaño de *Triletes guaduensis*; siguen existiendo todavía varias especies de la zona C, pero ya acompañadas por muchas especies nuevas de tipos muy desarrollados. Los *Monocolpites* tipo *medius* forman en este tiempo una retícula muy fina y perfecta.

En la subzona D<sub>2</sub>, muy probable de edad Paleoceno (-Eoceno Inf.) aparecieron muchas especies nuevas, como por ejemplo las primeras *Bombacaceae* de tipo tricolporatae, *Tricolporites annae*; *Tetradites magnus*, *Tricolpites santandereanus*, *Monoporites lisamae*; muy frecuentemente la posible palma *Monocolpites operculatus*. Pocas especies de la "flora antigua" pasaron la subzona D<sub>1</sub>, entre ellas el *Monocolpites medius* (escasos) y *Tricolpites rubini*. El porcentaje de *Triletes* casi nunca es más alto del 1%; prácticamente las angiospermas constituían por completo la vegetación de aquellos tiempos. La flora va a obtener definitivamente su carácter suramericano.

Parece que la vegetación durante las zonas A y B permaneció bastante homogénea en toda la región investigada; hay ciertas especies como por ejemplo el *Triletes boteroi* de la zona B, que se encuentra solamente en la parte Norte de la región investigada, y es relativamente escaso. Pero en la zona C empieza cierta diferencia geográfica de la vegetación que resulta con un porcentaje no muy alto de especies distintas en diferentes partes de la región. En este momento principia la diversificación de la flora y la especialización ecológica de las especies, después de la relativa homogeneidad de la flora del Cretáceo.

## 12. — PROBLEMAS DE EVOLUCION

En vista de que tenemos análisis palinológicos a lo largo del Maestrichiano hasta el Terciario más Inferior se plantea ahora la cuestión de cómo se puede aclarar la evolución de las especies.

Poco se puede decir con seguridad sobre esto, porque aparecen generalmente especies nuevas sin que se logre indicar las formas en las cuales tuvieron origen. Hay ciertas especies de las cuales sí se puede imaginar una relación, pero son pocas. Así por ejemplo el *Stephanocolpites leonardi*, que tiene una escultura más perfecta que el *Stephanocolpites guaduensis*.

Como es obvio el "espectro palinológico" siempre da una imagen incompleta de la flora real, no obstante da lugar a representar alguna relación entre las especies nuevas y sus antecesores. No hemos podido definir si la evolución se realizó con mutaciones de tal alcance que cada vez cambiaban las características morfológicas de los granos de polen, o si las extensiones de los mantos de carbón son tan grandes que no es posible apreciar los cambios graduales. Al mismo tiempo se nos presentan dos nuevos problemas: ¿las especies nuevas tuvieron su origen en otra parte y emigraron después a nuestra región?; ¿el cambio de circunstancias ecológicas en la zona B fue un impulso para la evolución, o solamente abrió una posibilidad para inmigración de especies nuevas?

No es solamente la paleobotánica la cual tiene estos problemas, los mismos existen también en la paleozoología. Tanto en una ciencia como en la otra es posible establecer las vías principales por las cuales se realizó la evolución, pero para descubrir los detalles se tropieza siempre con muchas dificultades.

Todavía es más oscuro el cambio completo de la flora en el límite Cretáceo-Terciario. Muy pocas especies pasan este límite y hay un desarrollo explosivo de especies nuevas. ¿En dónde y de cuál especie se originó, por ejemplo, una forma tan desarrollada como el *Tricolp(or)ites annae* (*Bombacaceae*) del Terciario Inferior? En el Cretáceo más superior de la misma región no hay ni el más mínimo indicio de Bombacáceas de este tipo, y tampoco se encuentran formas que tengan alguna relación con ellas, de las cuales pudieran originarse con absoluta posibilidad.

Es factible que los grandes movimientos orogénicos andino-alpinos, al ocasionar un cambio completo de las circunstancias ecológicas, dieran lugar a grandes cambios de la flora y la fauna.

He aquí los importantes problemas de evolución, que se encuentran en la palentología y que todavía no se han podido resolver. Quizás en un futuro no lejano los resultados palinológicos puedan dar más luz sobre estos problemas de la evolución.

## 13. — PROBLEMAS DE FACIES Y CLIMA

Hay varias especies de polen fósil que parecen indicar ciertas facies, o sea algunas plantas o combinaciones de plantas dependientes de circunstancias ecológicas especiales.

Por ejemplo la combinación *Monocolpites racematus*, *Triporites suescae*, *Monoletes ferdinandi* la encontramos en el manto IVa de Cogontá (Suesca, subzona A<sub>3</sub>), y vuelve después en la zona C. Otro ejemplo es la especie *Tricolpites clarissimus* de la subzona A<sub>2</sub> que no se vuelve a encontrar sino hasta en la subzona C<sub>2</sub>.

*Dicolpites luisae* se encuentra en A<sub>1</sub> y vuelve a aparecer en la subzona B<sub>3</sub>.

También el *Tricolpites wolfi* de la subzona A<sub>1</sub>, tiene su equivalente muy semejante en la subzona C<sub>1</sub>, que es el *Tricolpites laetitia*. Estos y otros ejemplos semejantes parecen indicar que ciertas circunstancias ecológicas de la zona A después se modificaron, pero volvieron en la zona C.

Esta alternativa, en parte, puede relacionarse con el cambio de vegetación en la subzona B<sub>1</sub>, manifestado por el dominio de los *Monocolpites* "tipo *huertasi*". Estamos inclinados a creer que no habiendo cambio visible de facies de los sedimentos que acompañan los distintos grupos de manto, estas modificaciones sean el resultado de un cambio de clima, que a su turno puede estar relacionado con movimientos orogénicos. Probablemente también influyó el cambio de otras circunstancias ecológicas, y de gran interés es que los *Monoporisporites minutus* (probablemente hongos), tan frecuentes en la zona A, de la parte superior de la subzona B<sub>1</sub> para arriba, ya no se encuentran o son muy escasos.

Otro fenómeno tal vez en relación con los mismos cambios de clima es la entrada de especies nuevas desde la parte superior de la zona B, aumentando por toda la zona C, para terminar en el desarrollo explosivo en el límite Cretáceo-Terciario.

Todavía no sabemos nada de la naturaleza de estos cambios de clima pero después, cuando ya investiguemos algo más de la posición de los distintos granos de polen en el sistema natural, la palinología puede dar posteriormente, la solución a muchos de estos problemas.

#### 14. — VALOR ESTRATIGRAFICO DEL POLEN FOSIL

Después de las conclusiones anteriores, nos parece claro, que el polen y las esporas fósiles tengan un valor estratigráfico importante, y hagan posible una división más detallada en zonas y subzonas de lo que se puede obtener con los fósiles marinos. Así nos ha sido posible dividir el Maestrichtiano en tres zonas y ocho subzonas.

Entre los granos de polen y esporas descritos aquí hay muchas especies típicas de gran importancia. No obstante tenemos que usarlas siempre con cierto cuidado, por cuanto ya vimos que hay unas especies que se encuentran por ejemplo en la subzona A<sub>1</sub> y sin embargo faltan en absoluto en las zonas superiores, para luego aparecer en la subzona C<sub>1</sub>. Esos granos de polen, dependientes de ciertas circunstancias ecológicas especiales, con seguridad son en cierta manera los "fósiles de facies" de la palinología. Por esta razón nuestra división en zonas y subzonas no está basada solamente sobre "fósiles típicos", sino más bien sobre "asociaciones típicas". Con esta interpretación quedan excluidos completamente errores que pudieran resultar de la determinación de especies típicas solamente.

El ejemplo de este trabajo es el siguiente: después de analizar todo el material de Suesca y del Tequendama, estudiamos el de Santa Rosita. En los dos mantos más inferiores encontramos varios ejemplares de una especie bien definida que sólo habíamos hallado anteriormente en el carbón del Tequendama, el *Tricolpites clarissimus*. Pero la asociación de polen y esporas y entre ellos el porcentaje de *Monoporisporites minutus* indicó que la posición estratigráfica de estos dos mantos tenía que ser más alta y de la misma zona que los mantos inferiores de Suesca. Hecha esta conclusión, encontramos después el mismo *Tricolpites clarissimus* a la altura de la zona C<sub>2</sub>, en los mantos superiores de Santa Rosita; con este hallazgo verificamos en cierta manera nuestra conclusión, al demostrar que el *Tricolpites clarissimus* no es un fósil típico solamente para la subzona A<sub>1</sub>. Pues es probable que esta especie se retirara de nues-

tra región durante algún tiempo y siguiera existiendo en otra parte, tal vez no distante, quitándole el valor de fósil típico para una o unas pocas subzonas.

Otra circunstancia es que determinadas especies pueden seguir en una región hasta un nivel más alto que en otra. Así por ejemplo el grupo *Monocolpites grandispiniger-grandispinosus* que se encuentra en la región de Suesca-Santa Rosita en las subzonas A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> pero en la región de Paz de Río sigue hasta la subzona B<sub>1</sub>. También hay ciertas especies (*Tricolpites colombiae*, etc.) que en el Norte de nuestra región se encuentran en una subzona anterior que la subzona donde se manifestaron por primera vez en el Sur, lo que hace pensar que estas especies tuvieron su origen en el Norte.

Algunas especies también se encuentran en una región y faltan en otras. *Triletes boteroi* por ejemplo se encuentra desde Lenguazaque al Norte, pero al Sur de esta región falta. Aunque es necesario tener en cuenta este fenómeno, con el método de las "Asociaciones típicas" se puede (con la ayuda del diagrama II) casi siempre y con seguridad absoluta colocar nuevos análisis en las zonas y subzonas.

## P A R T E   S I S T E M A T I C A

### 15. — SISTEMA PRACTICO DE CLASIFICACION DE LOS GRANOS DE POLEN Y ESPORAS

La clasificación de granos de polen y esporas fósiles en un sistema natural basado sobre sus relaciones filogenéticas con la flora actual, encuentra muchas dificultades si se trata de fósiles tan antiguos como los nuestros, aunque a veces es posible indicar con más o menos seguridad estas relaciones, sin embargo hay muchos problemas y en la mayoría de las especies la posición exacta permanece todavía desconocida.

Por esta razón es absolutamente necesario clasificar todos estos granos en un sistema que no tenga relación con la posición exacta de ellos en el reino vegetal, pero que está basada solamente en características morfológicas de los granos mismos. De esta manera siempre es fácil clasificar un grano, y así se evitan posteriores revisiones de posición sistemática.

Para la formación de este sistema práctico de clasificación, tomamos como raíz los nombres de los tipos de polen propuestos por IVERSEN & TROELSMITH (1950), completándolos cuando es necesario con otros nombres. Así un grano de polen del tipo de los tricolpatae, pertenece al género *Tricolpites*. Completamos los nombres genéricos así formados con los siguientes: *Pluricellulites* para granos de polen que tienen en el interior una división en células; *Syncolporites* para los tipos tricolporatae con los golpes unidos en las áreas polares; *Pollemites* para aquellos granos de polen fósiles acerca de los cuales no se puede establecer con seguridad el tipo. (Después de encontrar ejemplares más claros y si se puede establecer el tipo de estos granos, automáticamente se les traslada al género referente, conservando el nombre específico).

En el caso de que no se sepa con seguridad absoluta si un tipo pertenece al género *Tricolpites* o *Tricolporites* se escribe *Tricolp(or)ites*.

Los nombres genéricos de las esporas, son según el tipo, *Triletes*, *Monoletes* y *Aletes*. Para un grupo de granos, que probablemente son esporas de hon-

gos, formamos los nombres usando el término — sporites, de manera que un grano de estos que tiene un poro (pequeño), pertenece al género *Monoporisporites*, etc.

Es cierto que de esta manera los géneros comprenden muchas especies, pero en caso de necesidad se podrían subdividir en subgéneros, como *Retitricolpites*, etc.

Por lo cual ahora tenemos los géneros siguientes, con sus características:

POLEN		ESPORAS	
Género	Características	Género	Características
<i>Inaperturites</i>	inaperturate (sin abertura preformada)	<i>Triletes</i>	Con marca de tetrade
<i>Tetradites</i>	tetrade (cuatro granos unidos en tetrada)	<i>Monoletes</i>	Con abertura alargada
<i>Monoporites</i>	monoporate (con 1 poro)		
<i>Diporites</i>	diporate (con 2 poros)		
<i>Triporites</i>	triporate (con 3 poros)	<i>Monoporisporites</i>	Con 1 poro pequeño
<i>Stephanoporites</i>	stephanoporate (con más de 3 poros, todos en un plano)	<i>Diporisporites</i>	Con 2 poros pequeños
<i>Monocolpites</i>	monocolpate (con un golpe)	<i>Triporisporites</i>	Con 3 poros pequeños.
<i>Dicolpites</i>	dicolpate (con 2 golpes)	<i>Polyporisporites</i>	Con más de 3 poros pequeños
<i>Tricolpites</i>	tricolpate (con 3 golpes)	<i>Pluricellaesporites</i>	Compuesto de varios granos o células, puestos en fila
<i>Stephanocolpites</i>	stephanocolpate (con más de 3 golpes)	<i>Polyadosporites</i>	Compuesto de varios granos o células, unidas en varias filas o de manera más o menos irregular.
<i>Tricolporites</i>	tricolporate (con 3 golpes, cada uno de los cuales tienen 1 poro).	<i>Inapertisporites</i>	Sin abertura preformada
<i>Stephanocolporites</i>	stephanocolporate (con más de 3 golpes cada uno de los cuales tienen 1 poro).	<i>Incertisporites</i>	Tipo indefinido
<i>Syncolpites</i>	syncolpate (golpes conectados o un golpe circular)		
<i>Syncolporites</i>	syncolporate (tricolporate con los golpes unidos en las áreas polares).		
<i>Pluricellulites</i>	división en células en el interior del grano		
<i>Pollenites</i>	Tipo indefinido		

En el mismo sistema, los nombres específicos nunca indican una relación con la flora actual, por las mismas razones expuestas anteriormente. Seguimos también este sistema en los casos en que la relación con la flora actual está bien definida, como por ejemplo en el caso de *Tricolp (or)ites annae* que con seguridad pertenece a la familia de las Bombacáceas. Por lo demás se puede emplear toda clase de nombres específicos como los suelen usar en la botánica sistemática, sea dando una característica morfológica (*microreticulatus*), un nombre o apellido (*ruedae*) o un sitio (*tequendamae*).

Por lo tanto un nombre de polen fósil tiene en cierta manera el mismo valor que todos los otros nombres específicos latinos de la botánica y están sujetos a las mismas reglas internacionales.

## 16. — LOS DIBUJOS

Para completar las descripciones cortas, damos de cada especie nueva un dibujo. Si bien es cierto que las fotografías son un material de prueba magnífico, a veces resulta que muchas de las microfotografías no tienen todos los detalles que uno alcanza a distinguir con el ojo en el microscopio. La razón es que los granos fósiles de carbón se presentan muchas veces "sucios" y un poco dañados, y en general se ven menos detalles que en granos de plantas recientes. No obstante frecuentemente la conservación de ciertas esculturas es magnífica.

Por lo regular el polen fósil de carbón se presenta muy aplastado, de manera que se distinguen la vista superficial y la sección óptica prácticamente en un plano. De ahí el problema de cómo hacer los dibujos. Seguramente es más exacto presentar los granos en vista superficial, dando en un dibujo pequeño adjunto una parte de la sección óptica. Pero resolvimos diseñar la sección óptica en el mismo dibujo, porque así es como se presentan los granos fósiles. Claro que de esta manera de dibujar resultan ciertas inexactitudes morfológicas, pero no son considerables y teniendo conocimiento de la morfología se dejan corregir con el ojo inmediatamente. Nuestra manera de dibujar tiene la ventaja de que los dibujos, fuera de los detalles morfológicos, dan la apariencia general o sea el "habitus" de los granos, lo que facilita mucho la determinación práctica para establecer rápidamente la edad o la posición estratigráfica de una muestra.

Los dibujos han sido tomados con un aumento del microscopio de 1.000 veces.

## 17. — LAS ABREVIATURAS

Casi todas las especies descritas y dibujadas son de edad Maestrichtiano. Solamente las que tienen en los dibujos, en seguida de su nombre específico, la indicación (L) o en la lista la anotación "form. Lisama", son del Terciario inferior (probablemente Paleoceno). (-Eoceno Inf.).

Sigue aquí la lista de las demás abreviaturas, usadas en la lista de las descripciones.

Inap. — inaperturate.  
Tetr. — tetrade  
P<sub>1</sub>. — monoporate  
P<sub>2</sub>. — diporate

P<sub>3</sub>. — triporate  
P stp. — stephanoporate  
C syn. — syncolpate  
CP syn. — syncolporate

psi. — psilatus	C stp. — stephanocolpate
sca. — scabratus	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub> . — tricolporate
fov. — foveolatus	C P stp. — stephanocolporate
fos. — fossulatus	Incert. — incertus (tipo inseguro)
ver. — verrucatus	Tril. — trilete
gem. — gemmatus	bac. — bacalatus
gran. — granulatus (usado cuando no es posible analizar con seguridad la naturaleza de cierta escultura-estructura que se manifiesta como pequeñas manchitas).	cla. — clavatus
ex. — exina	ech. — echinatus
ar. pol. — area polar	rug. — rugulatus
C <sub>1</sub> . monocolpate	str. — striatus
C <sub>2</sub> . dicolpate	ret. — reticulatus
C <sub>3</sub> . tricolpate	tr C. — colpes transversales
	cost tr. — costae transversales
	estr. — marca de tetrade
	pliegue (Triletes). — parte más oscura del exosporium a lado de un brazo de la estr.

Para la definición exacta de muchos de estos términos referimos a IVERSEN y TROELS-SMITH (1950).

## 18. — PREPARACION

Empleamos siempre para la preparación de los carbones, el método de Schulze: los tratamos primero con clorato de potasio y ácido nítrico y luego con hidróxido de potasio, las muestras arcillosas además con ácido fluorhídrico. Las placas se hacen con glicerina-gelatina selladas luego con esmalte.

Los ejemplares típicos de las especies nuevas en la colección de polen fósil y la descripción completa de cada especie, en tarjetas con las microfotografías y el sitio exacto del grano en la placa, se guardan en el archivo de nuestro Laboratorio.

19. — LISTA CON LA DESCRIPCION CORTA DE LAS ESPECIES

NOMBRE	EJEMPLAR TIPICO, PLACA, etc.	TIPO	ESCULTURA (Y ESTRUCT.)	TAMAÑO (en micras)	DETALLES (medidas en micras)
<i>MONOCOLPITES</i> <i>Monocolpites aitkeni</i>	Santa Rosita La Esperanza. Capa V N° 3, Pl. VI 54. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech-clav	27.5	ech. rel. pequeñas.
<i>Monocolpites grandispiniger</i>	Santa Rosita La Esperanza. Capa I N° 5, Pl. VI 38. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech.	51.5	Tiene ech. hasta de 10 y redondeados en la punta.
<i>Monocolpites cumänamarcensis</i>	Cogontá, Capa IA N° 11. Pl. VI 21 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech.	29.	ech. rel. pequeñas.
<i>Monocolpites ruedae</i>	Cogontá, Capa III N° 4, Pl. CI 23 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech.	27.	ech. rel. pequeñas.
<i>Monocolpites grandispinosus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 4, Pl. FI 36. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech.	42.	ech. — 10-7.5
<i>Monocolpites gigantispinosus</i>	Suesca Cogontá, Capa I N° 3 Pl. VI 16. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech.	51x25	ech. 11.5 de largo — diámetro base 8.
<i>Monocolpites spinosus</i>	Salto Tequendama, Capa I N° 1. Pl. S.G.I. 43c. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech. tec.	37x33	ech. no muy agudos — 7.5 de largo; diámetro 2(-3) Exina — 1.5-2?
<i>Monocolpites obtusispinosus</i>	Salto Tequendama, Capa I N° 1 Pl. S.G. I 43 b. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech. tec.	37x28	ech. no muy agudos 7 de largo; diámetro 1-2. Exina 2 - 3.
<i>Monocolpites multispinosus</i>	Salto Tequendama, Capa I N° 1 Pl. S.G. I 43a. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech. tec.	41x35	ech. en general no son muy agudos 7 de largo; diámetro 1-2 Exina 2 - 3.
<i>Monocolpites typicus</i>	Suesca Cogontá, Capa IA N° 2 Pl. VI 22 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	fov.	66	fov. muy claros, de distintos tamaños.

<i>Monocolpites minutispinosus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 25. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech.	58.5x55	Exina parece gruesa Escul. más o menos 2.5-4
<i>Monocolpites rubini A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 9. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	psi.	100x(50)	Más o menos oscura Ex. 3-3.5
<i>Monocolpites rubini B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 13. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	psi.	90.	Más o menos oscura. Ex. 3-3.5 Estructura rara a un lado del golpe.
<i>Monocolpites grandis A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	sca-fov	40	
<i>Monocolpites grandis A'</i>	Sta. Rosita Pte Nariño - Capa I N° 6 Pl. CI 2. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	sca-fov	57	
<i>Monocolpites grandis B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 3 Pl. FI 27 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	psi (gran) -fov.	42.5	
<i>Monocolpites grandis C</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 2 Pl. FI 34 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	sca-psi. fov	42	Colpes definidos como en <i>M. magnus</i> .
<i>Monocolpites marginatus</i>	Suesca Cogontá, Capa IA N° 11 Pl. VI 21 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	psi-sca.	26.5	Colpe con margo de engrosamiento más o menos irregular.
<i>Monocolpites magnus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 9 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	psi-sca. perf.	50 (x38)	Forma: bien ovalado, con una hendidura pequeña. Colpe rel. corto, bien definido, angosto.
<i>Monocolpites huertasi</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	sca-psi. (-micro ret.-fov)	27.5 (25-27.5)	(Indic. de poro?)

<i>Monocolpites medius</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	sca-psi. (-micro ret.-fov)	37 (30x37.5)	(Indic. de poro?)
<i>Monocolpites minutus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	sca-psi. (-micro ret.-fov)	20 (20-24)	(Indic. de poro?)
<i>Monocolpites pachyexinatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	psi-sca. fov	45	Ex. oscura y gruesa.
<i>Monocolpites cogotensis</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24. F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	micro-fov. micro-ret.	43	
<i>Monocolpites huertasi var marginatus</i>	Cincha Capa I N° 4 Pl. VI 8 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	micro-ret. (-psi-sca)	27	Colpe con margo.
<i>Monocolpites reinaldi</i>	Suesca Cogontá, Capa I N° 3 Pl. VI 16 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	micro-ret.	25	
<i>Monocolpites tequendamae</i>	Salto Tequendama, Capa I N° 2 Pl. VI 1 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	fos.	43	
<i>Monocolpites clavigemmatius</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa II N° 10 Pl. VI 41 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	clav-gem.	67	Ex. micro fov. perf.
<i>Monocolpites gemmatius A</i>	Suesca Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 23 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	gem.	22.5	gem. en parte parece formar un ret. muy imperfecto.
<i>Monocolpites gemmatius B</i>	Sta. Rosita Pte. Nariño. Capa I N° 2 Pl. CI 5 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	gem.	22.5	gem. muy irregular.

<i>Monocolpites gemmatus C</i>	Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 23 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	gem.	19	
<i>Monocolpites recematus A</i>	Suesca Cogontá, Capa IVa N° 3 Pl. VI 23 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	gem.	37	Gem. grandes.
<i>Monocolpites recematus B</i>	Suesca Cogontá, Capa IA N° 11 Pl. VI 21 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	gem.	46	Gem. grandes.
<i>Monocolpites esperanzae</i>	Suesca Cogontá, Capa IA N° 11 Pl. VI 22 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	psi. (ret-fov)	51	Escult. en el lado interior de la ex. Lado ext. de la ex. es psi.
<i>Monocolpites giganteus</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa II N° 2 Pl. VI 39 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	psi-sca.	70	
<i>Monocolpites humbertoides</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa XII N° 6 Pl. VI 65 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	fov (fos)	141.5	Operculum?
<i>Monocolpites humberti</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa XII N° 6 Pl. VI 65 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	fov (ret)	90.	
<i>Monocolpites operculatus A</i>	HB 283 Río Lebrija Placa FI 74 F. Lisama.	C <sub>1</sub>	micro-ret.	60	Ret. perfecta! Una abertura grande ovalada con operculum.
<i>Monocolpites operculatus B</i>	HB 284 Río Lebrija Pl. FI 73 F. Lisama.	C <sub>1</sub>	micro-fov.	50.5	Una abertura grande ovalada con operculum.
<i>Monocolpites reticulatus</i>	Sta. Rosita Capa XI N° 8 Pl. VI 71 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ret.	33	ret. rel. fino y muy claro.
<i>Monocolpites raphaeli</i>	Suesca Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 23 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	str.	30	

<i>Monocolpites mariae</i>	Suesca Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 23 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	micro-ret.	44	Bien definida la escult. y muy fina.
<i>Monocolpites perminutus A</i>	Suesca Cogontá, Capa III N° 4 Pl. VI 21 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	psi.	11.5	
<i>Monocolpites ellii</i>	La Esperanza, Capa V N° 16 Pl. 55 F. Guaduas.	C <sub>1</sub>	ech.	26.5	ech. más o menos cortos.
<b>MONOPORITES</b>					
<i>Monopovites tequendamae</i>	Salto Tequendama Capa I N° 1 Pl. S.G. I 41 F. Guaduas.	P <sub>1</sub>	fov-ret. (tec.)	57.5 (54-60)	Poro; diámetro 10 redondo a veces ovalado. Grano de polen redondo un poco ovalado. En general las lum. son más pequeñas que los muri. Raras veces el tamaño de lum. es más grande que l.
<i>Monopovites lisamae</i>	HB 284 Río Lebrija Pl. FI 73 F. Lisama.	P <sub>1</sub>	fov-ret.	55(x50)	Poro grande con annulus. Tipo parece al Monocol. operculatus (pero fov. más grandes y más claros).
<i>Monopovites huertasi</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 17 F. Guaduas.	P <sub>1</sub>	fov-ret.	29x23-(21)	Escult. fina muy bien definida (poro más o menos 5).
<i>Monopovites huertasi B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 18 F. Guaduas.	P <sub>1</sub>	psi-sca. (fov-ret.)	26	Redondo. Ex. guesa, color un poco oscuro. Cerca del poro operculum.
<i>Monopovites annulatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	P <sub>1</sub>	psi-sca.	32(x28)	Annulus muy grueso, color un poco osc. Poro; diámetro más o menos 10 (incl. ann.)
<b>DICOLPITES</b>					
<i>Dicolpites luisae</i>	Cogontá, Capa II N° 4 Pl. CI 18 F. Guaduas.	C <sub>2</sub>	psi.	30(x24)	
<i>Dicolpites umirensis</i>	HB 374 Agua Blanca Pl. FI 75 F. Umir.	C <sub>2</sub>	psi.	35(x32-41)	

<i>DIPORITES</i>					
<i>Diporites grandiporus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 9 F. Guaduas.	P <sub>2</sub>	psi-sca. (gran)	26.5 (x15)	Magn. P-8. En el área de los poros la ex. es más oscura.
<i>SYNCOLPITES</i>					
<i>Syncolpites circularis</i>	Suesca Cogontá, Capa I N° 3 Pl. VI 16 F. Guaduas.	C syn.	psi-sca. (fov?)	13x11.6	Colpe circular por el ecuador.
<i>SYNCOLPORITES</i>					
<i>Syncolporites lisamae</i>	HB 284 Río Lebrija Pl. FI 73 F. Lisama.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub> Syn	micro-ver (-sca)	19.5 (x17)	Ex. un poco más gruesa y oscura cerca a los poros.
<i>TRIPORITES</i>					
<i>Triporites annulatus</i>	Suesca Cogontá, Capa V N° 6 Pl. CI 8 F. Guaduas.	P <sub>3</sub>	psi (micro-fov) tec.	30	Tec. el cual no se puede distinguir sino con inmersión.
<i>Triporites iverseni</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl.S.G. 12 F. Guaduas.	P <sub>3</sub>	psi (sca) tec.	22x18	Ex. más gruesa y más oscura cerca de los poros (poros redondos ovalados).
<i>Triporites cogontensis A.</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 3 Pl. FI 27 F. Guaduas.	P <sub>3</sub>	ver (gemm)- (fov-ret)	22	
<i>Triporites cogontensis B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 3 Pl. FI 27 F. Guaduas.	P <sub>3</sub>	micro-ret. (fov-sca-ver)	22.5	
<i>Triporites cogontensis C</i>	Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 23 F. Guaduas.	P <sub>3</sub>	micro-ret.	26	Ex. junto a los poros muy gruesa, escult. muy bien definida.
<i>Triporites suescae</i>	Suesca Cogontá, Capa IVA N° 3 Pl. VI 23 F. Guaduas.	P <sub>3</sub>	micro-ver-sca.	28x31 m.	Poros grandes, forma más o menos triangular.

<i>Triporites umirensis</i>	HB 383, Agua Blanca Pl. FI 81 F. Umir.	P <sub>3</sub>	psi-sca.	45x47.5	Ex. delgada annulus.
<b>STEPHANOCOLP(OR)ITES</b> <i>Stephanocolp(or)ites guaduen- sis A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 23 F. Guaduas.	C stp.	micro-ret. (vago)	15	4 colpes, ex. vel. gruesa y clara.
<i>Stephanocolpites elizabethi</i>	Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 23 F. Guaduas.	C stp.	micro-ret.	17	5 colpes, ex. rel. gruesa y clara.
<i>Stephanocolpites leonardi</i>	Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 23 F. Guaduas.	C stp.	micro-ret. fov	18	4 colpes, ex. rel. gruesa y clara.
<i>Stephanocolp(or)ites guaduen- sis B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 23 F. Guaduas.	C stp.	psi-sca.	15	4 colpes.
<i>Stephanocolp(or)ites microreti- culatus A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	C stp.	micro-ret. fov-sca	15x16	Vista ecuata.
<i>Stephanocolp(or)ites microreti- culatus B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	C stp.	micro-ret.	18x15.5	Vista polar.
<i>Stephanocolpites costatus</i>	Suesca Cogontá, Capa IA N° 6 Pl. VI 29 F. Guaduas.	C stp.	ret-fov.	25.5x35	Cost. equat. Colpes no muy claros.
<b>STEPHANOPORITES</b> <i>Stephanoporites columbianus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 2 Pl. FI 34 F. Guaduas.	P stp.	psi- (gran)	19.5x12.5	Poros pequeños (4) annulus.
<i>Stephanoporites ceciliae</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	P stp.	psi-sca. - (fov)	22x20	

<i>(Stephanoporites) minutiporites</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 26 F. Guaduas.	P stp. (P <sub>3</sub> )	psi.	18.5x15	Poros pequeños.
<i>Stephanoporites (Triporites) krauseli</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 5 Pl. FI 19 F. Guaduas.	P stp. (P <sub>3</sub> )	psi-sca.	17.5	
<i>(Stephanoporites) alberti</i>	Suesca Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 21 F. Guaduas.	P stp. (P <sub>2</sub> )	psi.	16.5	Ovalado, claro.
<b>TRICOLPITES</b>					
<i>Tricolpites esperanzae</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa I N° 7 Pl. VI 40 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	ver (-gem)	18	
<i>Tricolpites medius</i>	Suesca Cogontá, Capa IIIA N° 4 Pl. VI 25	C <sub>3</sub>	psi.	20 (21.5x20)	Colpes más o menos con margo.
<i>Tricolpites columbiae</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa VII N° 16 Pl. VI 58 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	micro-ret. (-fov)	23.5	Colpes con margo.
<i>Tricolpites rubini A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 23 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	sca-fov (micro-gem)	16x11.5	Colpes irr.: grano más largo que ancho.
<i>Tricolpites rubini B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 3 Pl. FI 27 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	psi-sca.	15x9 (17x12)	Colpes bien definidos.
<i>Tricolpites rubini C</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 5 Pl. FI 20 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	psi-sca.	12.5x10	
<i>Tricolpites teresitae</i>	Cogontá, Capa V N° 6 Pl. CI 8 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	psi. tec.	12	Más o menos redondo. Ex clara y bien definida.

<i>Tricolpites clarissimus</i>	Sta. Rosita Pte. Nariño, Capa I N° 8 Pl. CI 4 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	psi.	30	Colpes bien definidos.
<i>Tricolpites marinae</i>	Suesca Cogontá, Capa I N° 16 Pl. VI 18 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	psi (-sca)	18	Probl. operculum.
<i>Tricolpites yolandae</i>	Cogontá, Capa IIIA N° 3 Pl. CI 12 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	psi-gran	23.5	Redondo muy claro, con colpes muy cortos.
<i>Tricolpites josephinae</i>	Cogontá, Capa IIA N° 4 Pl. CI 18 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	ret.	36	Colpes largos. Algunas lúminas alargadas a veces dan la impresión de fos-fov.
<i>Tricolpites reticulatus A</i>	Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 23 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	fov-ret.	27	Area polar rel. pequeña.
<i>Tricolpites reticulatus B</i>	Cogontá, Capa II N° 4 Pl. CI 19 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	ret.	27x22	Area polar muy pequeña, psi; colpes abiertos (con operculum?)
<i>Tricolpites reticulatus A'</i>	Suesca Cogontá, Capa V N° 6 Pl. CI 8 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	tec.	22x18	Ret. bien definido.
<i>Tricolpites splendens</i>	Cogontá, Capa II N° 4 Pl. CI 19 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	ret.	28	Colpes cortos.
<i>Tricolpites wolfi</i>	Salto, Capa I N° 4 Pl. VI N° 3 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	fov-ret.	22.5	
<i>Tricolpites santandereanus</i>	HB 284 Río Lebrija Pl. FI 73 F. Lisama.	C <sub>3</sub>	psi-fov (fos) tec.	53	Estruct. fov. (y fos) probl. correspondiente con alvéolos en medio de los columellas. —Colum muy claros y rel. grandes, en parte más o menos arreglado en forma de str.
<i>Tricolpites laetitiae</i>	Suesca Cogontá, Capa I N° 8 Pl. VI 72 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	ret.	18x20	

<i>Tricolpites microreticulatus</i>	Sta. Rosita La Esperanza; Capa XI Nº 4 Pl. VI 70 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	micro-ret.	20	
<i>Tricolpites herrerae</i>	Suesca Cogontá, Capa VI Nº 2 Pl. FI 34 F. Guaduas.	C <sub>3</sub>	micro-ret.	23	Area polar rel. pequeña.
<b>TRICOLPORITES</b>					
<i>Tricolporites florschutzi</i>	Suesca Cogontá, Capa VII Nº 3 Pl. FI 27 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	sca-fov ret.	26.5	Cost. tr.
<i>Tricolporites raasveldti</i>	Suesca Cogontá, Capa V Nº 4 Pl. FI 46 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	sca-fov	18.5	
<i>Tricolporites perminutus A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII Nº 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	psi-sca.	15 (x13.5)	Ar. polar más o menos pequeña.
<i>Tricolporites perminutus B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII Nº 4 Pl. FI 16 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	sca-psi.	13.8x13.5	Indic. de tr C.
<i>Tricolpites cogontensis</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. S.G. I 14b F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	sca-gran	22.5x19	
<i>Tricolporites clementiae</i>	Suesca Cogontá, Capa Ia Nº 11 Pl. VI 22 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	psi.	23.5	Poros grandes.
<i>Tricolporites minutus</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. S.G. I 38 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	sca.	17x15	Area polar 5.

<i>Tricolporites nelsoni</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 40 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	psi.	11	Color claro, Ex. clara.
<i>Tricolporites psilatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	psi.	23x16	Poros peq. Ex. más o menos delg. y clara. Ar. polar muy grande.
<i>Tricolporites annulatioporites</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	psi.	15x10	Annulus, muy bien definido.
<i>Tricolporites microreticulatus A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	micro-ret. fov	15.5x15	
<i>Tricolporites microreticulatus B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 25 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	micro-ret. fov (psi-sca)	17.5x8.5	
<i>Tricolporites leonardoides</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa XII N° 3 Pl. VI 68 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	micro-ret.	20	Forma globular.
<i>Tricolporites laetitiae</i>	Suesca Cogontá, Capa I N° 8 Pl. VI 72 F. Guaduas.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	ret.	20	CE: Tricolpites leticiae, pero con poros alargados.
<i>Tricolporites annae</i>	HB 284 Río Lebrija Pl. FI 73 F. Lisama.	C <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	ret.	53 (47.5)	Ang. con ret. fino, lo demás con ret. más grueso, colpes cortos.
<b>POLLENITES</b>					
<i>Pollenites reticulatus A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	Incert.	ret.	26.5 (23- 26.5)	Magnitud luminum 5.
<i>Pollenites reticulatus B</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. FI 1 F. Guaduas.	Incert.	ret. intec.	32	

<i>Pollenites reticulatus C</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 P. FI 16 F. Guaduas.	Incert.	ret.	42.5 (38-43)	
<i>Pollenites reticulatus D</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	Incert.	ret.	28 (27-28)	
<i>Pollenites reticulatus E</i>	Sta. Rosita Pte. Nariño, Capa I N° 5 Pl. CI 18 F. Guaduas.	Incert.	ret-fov.	60	
<i>Pollenites morae</i>	Cogontá, Capa II N° 4 Pl. CI 18 F. Guaduas.	Incert.	ret.	13	Colpe con operculum?
<i>Pollenites cornelii</i>	Cogontá, Capa II N° 7 Pl. CI 20 F. Guaduas.	Incert.	fos-fov-ret.	88x54	
<i>Pollenites caesari</i>	Suesca Cogontá. Capa I N° 3 Pl. VI 18 F. Guaduas.	Incert.	fov-fos	60	
<i>Pollenites saltensis</i>	Salto, Capa I N° 2 Pl. VI 1 F. Guaduas.	Incert.	psi.	20	
<i>Pollenites inaperturoides</i>	Salto, Capa I N° 3 Pl. VI 3 F. Guaduas.	Incert.	psi.	34	
<i>Pollenites dicolpitooides</i>	Salto, Capa I N° 2 Pl. VI 1 F. Guaduas.	Incert.	psi.	35	Dos aberturas más o menos irr. a cada lado.
<i>Pollenites sellingi</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	Incert.	psi.	20	
<i>Pollenites mitchelli</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	Incert.	psi-(sca)	47.5 (42.5-50-55)	

<i>Pollenites elongatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 12 F. Guaduas.	Incert.	psi-sca.	20	
<i>Pollenites perminutus</i>	Suesca Cogontá, Capa IV N° 5 Pl. FI 43 F. Guaduas.	Incert.	sca-fov.	12.5	Gem. pequeñas, pero muy claras.
<i>Pollenites incertus</i>	Suesca Cogontá, Capa V N° 4 Pl. FI 46 F. Guaduas.	Incert.	psi-fov. gran	55	
<i>Pollenites permagnus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 2 Pl. FI 34 F. Guaduas.	Incert.	sca-fov. gran	62	
<i>Pollenites pachoni</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 2 Pl. FI 34 F. Guaduas.	Incert.	sca-fov.	46 (52)	
<i>Pollenites josinae</i>	Cogontá, Capa II N° 7 Pl. CI 20 F. Guaduas.	Incert.	ech.	31.5	
<i>Pollenites microspinosus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 5 Pl. FI 19 F. Guaduas.	Incert.	ech.	32.5x18.5	
<i>Pollenites blancae</i>	Cogontá, Capa III N° 4 Pl. CI 23 F. Guaduas.	Incert.	psi.	21.5	
<i>Pollenites martae</i>	Suesca Cogontá, Capa III N° 7 Pl. CI 20 F. Guaduas.	Incert.	micro-ret.	31	
<i>Pollenites gemmatus A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 9 F. Guaduas.	Incert.	gem (-sca)	18.5	

<i>Pollenites typisimus</i>	Vanegas, Río Lebrija, HB 285, Pl. FI 78 F. Lisama?	Incert.	gem.	50x40	Gem. grandes y gem-bac. muy pequeñas.
<b>TETRADITES</b> <i>Tetradites umirensis A</i>	HB 374 Agua Blanca, Pl. FI 75 F. Umir.	Tetrad.	psi-fov.	45x35	
<i>Tetradites umirensis B</i>	HB 374. Agua Blanca, Pl. FI 75 F. Umir.	Tetrad.	psi-gran micro-fos.	40	
<i>Tetradites magnus</i>	HB 284 Río Lebrija, Pl. FI 73 F. Lisama.	Tetrad.	fov (ver)	72x (67)	
<i>Tetradites granulatus</i>	Suesca Cogontá, Capa IV N° 5 Pl. FI 43 F. Guaduas.	Tetrad.	sca-psi. -gran	45	
<b>INAPERTURITES</b> <i>Inaperturites zipaquirensis</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. S. G. I 23 F. Guaduas.	Inap.	psi. intec.	76x53	Ex. delgada y clara con pliegues.
<i>Inaperturites lilioides</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa VII N° 16 Pl. VI 61 F. Guaduas.	Inap.	micro-gem- bac.	96	
<i>Inaperturites liliae</i>	Suesca Cogontá, Capa Ia N° 11 Pl. VI 22	Inap.	micro-bac- (gem)	83	Hay fos. que dividen la superficie en partes más o menos poligonales, pero muy irregulares.
<i>Inaperturites microgemmatum</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 23 F. Guaduas.	Inap.	sea-micro -gem (perf.)	45	
<b>PLURICELLULITES</b> <i>Pluricellulites verrucatus</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. S. G. I 14c F. Guaduas.	(P <sub>1</sub> )	ver-gem	20x18	Interior del grano dividido en células.

<b>TRILETES</b>					
<i>Triletes guaduensis Ia</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 18 F. Guaduas.	Tril.	psi.	33.5 (-30)	Un pliegue, ángulos más o menos redondeados.
<i>Triletes guaduensis Ib</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. FI 8 F. Guaduas.	Tril.	psi.	26x25	Un pliegue grande.
<i>Triletes guaduensis II</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 19 F. Guaduas.	Tril.	psi-gran	29	Ángulos redondeados un lado de la estr. es más largo.
<i>Triletes guaduensis III</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	Tril.	psi.	33	Dos pliegues no muy largos a un lado de la estr. divergentes de un ángulo "pliegues" más anchos en la base.
<i>Triletes guaduensis IVa</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	Tril.	psi.	37	2 pliegues más o menos largos, a un lado de la estr. divergentes del centro.
<i>Triletes guaduensis IVb</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	Tril.	psi.	37.5	2 pliegues más o menos largos, a un lado de la estr. divergentes del centro.
<i>Triletes guaduensis V</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. S. G. I. 32b F. Guaduas.	Tril.	psi-sca.	36	Un brazo de la estr. más largo y tiene a los 2 lados unos pliegues típicos.
<i>Triletes guaduensis VI</i>	Salto Tequendama, Capa I N° 1 Pl. S. G. I. 48 F. Guaduas.	Tril.	psi.	39x34	Un brazo de la estr. es más largo y tiene a los lados unos pliegues típicos.
<i>Triletes guaduensis VII</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 7 Pl. FI 40 F. Guaduas.	Tril.	psi.	32.5 y 34	Con "abertura" al fin de un brazo de la estr.

<i>Triletes guaduensis</i> <i>var granulatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 7 Pl. FI 40 F. Guaduas.	Tril.	psi-sca.	30-35	"granulatus".
<i>Triletes grandis</i>	Cogontá, Capa III N° 4 Pl CI 1 F. Guaduas.	Tril.	psi-gran	37.5 (40-42)	Sin pliegues.
<i>Triletes XIa</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	Tril.	psi-gran	37.5-40 (42)	Sin pliegues.
<i>Triletes XIb</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	Tril.	psi-gran	35- (32)	Sin pliegues.
<i>Triletes XII</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 4 Pl. FI 36 F. Guaduas.	Tril.	psi.	42-45	Parecido al Tril. guaduensis pero sin pliegues.
<i>Triletes X</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. S. G. I 36b F. Guaduas.	Tril.	psi-sca.	35-37	Estr. sin engrosamiento; en centro y a los lados de los brazos partes un poco más gruesas y oscuras.
<i>Triletes giganteus</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa VII N° 4 Pl. VI 59 F. Guaduas.	Tril.	psi.	97	Color oscuro, ángulos redondeados.
<i>Triletes permagnus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 7 Pl. FI 37 F. Guaduas.	Tril.	psi-sca. (gran)	77x70	
<i>Triletes psilatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 7 Pl. FI 37 F. Guaduas.	Tril.	psi.	45	Estr. corta, ángulos muy redondeados.
<i>Triletes magnus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 7 Pl. FI 40 F. Guaduas.	Tril.	psi (fov-gran)	57.5	Ex. más o menos rígida y gruesa.

<i>Triletes margaritae</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa VII Nº 4 Pl. VI 59 F. Guaduas.	Tril.	fov (-ret)	54.5-44.8	
<i>Triletes tequendamae</i>	Salto, Capa I Nº 2 Pl. VI 1 F. Guaduas.	Tril.	sca-micro ver.	38	Escult. clara y muy fina.
<i>Triletes microechinatus</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa I Nº 5 Pl. VI 37 F. Guaduas.	Tril.	micro-ech.	31.5	
<i>Triletes mutisi</i>	Suesca Cogontá, Capa VII Nº 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	Tril.	gemm-clav.	33.5x (31)	Escult. al lado distal parece un poco más gruesa.
<i>Triletes microverrucatus</i>	Cogontá, Capa V Nº 3 Pl. CI 16 F. Guaduas.	Tril.	micro-ver	40	
<i>Triletes typicus</i>	Sta. Rosita La Esperanza, Capa XI Nº 8 Pl. VI 69 F. Guaduas.	Tril.	psi.	42	La estr. es una zona más oscura.
<i>Triletes splendens</i>	Suesca Cogontá, Capa I Nº 8 Pl. VI 72 F. Guaduas.	Tril.	ret (fov)	25	Tiene la estr. larga y más o menos abierta.
<i>Triletes minutus</i>	Suesca Cogontá, Capa II Nº 3 Pl. VI 72 F. Guaduas.	Tril.	psi.	24	
<i>Triletes suescae</i>	Suesca Cogontá, Capa IV Nº 5 Pl. FI 43 F. Guaduas.	Tril.	fos.	38	
<i>Triletes boteroi</i>	Lenguazaque, Capa I Nº 1 Pl. AI 4 F. Guaduas.	Tril.	ret- (fov)	36- (42)	

<b>MONOLETES</b> <i>Monoletes ferdinandi</i>	Suesca Cogontá, Capa IVA N° 3 Pl. VI 23 F. Guaduas.	Mon.	psi.	51.5-60	Forma de frijol; Ex. gruesa en el lado cóncavo.
<b>MONOPORISPORITES</b> <i>Monoporisorites grandis</i>	Suesca Cogontá, Capa IV N° 5 Pl. FI 43 F. Guaduas.	(P <sub>1</sub> )	psi.	32.5	Color osc., poro grande con annulus.
<i>Monoporisorites bürgli</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 2 Pl. FI 34 F. Guaduas.	(P <sub>1</sub> )	psi (sca)	85	
<i>Monoporisorites annulatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 2 Pl. FI 34 F. Guaduas.	(P <sub>1</sub> )	psi.	13	Annulus oscuro.
<i>Monoporisorites minutus A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 8 F. Guaduas.	(P <sub>1</sub> )	psi-sca.	14 (11.5-18.)	Color oscuro, poro muy pequeño.
<i>Monoporisorites minutus B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 8 F. Guaduas.	(P <sub>1</sub> )	psi (sca)	15	El color no es tan oscuro, poro pequeño.
<b>DIPORISPORITES</b> <i>Diporisorites minutiporatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 2 Pl. FI 34 F. Guaduas.	(P <sub>2</sub> )	psi.	14.5	Poros pequeños, con annulus.
<i>Diporisorites elongatus A</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	(P <sub>2</sub> )	psi.	21.5x11.5	Más o menos oscuro; poros claros y rel. grandes.
<i>Diporisorites elongatus B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 24 F. Guaduas.	(P <sub>2</sub> )	psi.	17.5x12	Más o menos oscuro; poros claros y rel. grandes.

<i>Diporisorites minutus</i>	Suesca Cogontá, Capa IV F. Guaduas.	(P <sub>2</sub> )	psi.	11-15	Igual a Monoporisorites minutus pero con dos poros pequeños.
<b>TRIPORISPORITES</b>					
<i>Triporisorites minutus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 8 F. Guaduas.	(P <sub>3</sub> )	psi-sca.	19	Parecido al tipo Monoporisorites minutus, pero no es oscuro y parece tener 3 poros pequeños.
<b>POLYPORISPORITES</b>					
<i>Polyporisorites elongatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 5 Pl. FI 38 F. Guaduas.	(P <sub>6</sub> )	psi.	22.5	Poros pequeños.
<b>INAPERTISPORITES</b>					
<i>Inapertisorites typicus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 2 Pl. FI 25 F. Guaduas.	(Inap)	ver-bac (-fos)	15	Granulae muy claros redondo, color oscuro.
<i>Inapertisorites variabilis</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 2 Pl. FI 34 F. Guaduas.	(Inap)	psi.	17.5x31	Partes oscuras y partes más claras.
<i>Inapertisorites minutus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 8 F. Guaduas.	(Inap)	micro-ver. -sca-gem	14	
<b>PLURICELLAESPORITES</b>					
<i>Pluricellaesporites typicus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	(Poly)		86x26	Ex. más o menos delgada, color carmelito.
<i>Pluricellaesporites minutigranulatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	(Poly)		25x7	No muy oscuro.

<i>Pluricellaesporites erdtmani</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	(Poly)		32x5	Grano sep. (PI) ? ex. gruesa.
<i>Pluricellaesporites Krauseli</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 1 Pl. FI 31 F. Guaduas.	(Poly)		66x20	
<i>Pluricellaesporites filiformis</i>	Suesca Cogontá, Capa VI N° 1 Pl. FI 32 F. Guaduas.	(Poly)		10	Lados más o menos paralelos.
<b>POLYADOSPORITES</b>					
<i>Polyadosporites suescae</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 15 F. Guaduas.	(Poly)	psi.	40 (40-55)	
<i>Polyadosporites garciabarrigae</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. S. G. I 28 F. Guaduas.	(Poly)	psi (sca)	50x39	Número de los granos no es seguro però más o menos 8.
<i>Polyadosporites firbasi A</i>	Zipaquirá "El Cedro" Ha 15 Pl. S. G. I 28 F. Guaduas.	(Poly)	psi.	33	Se ven claramente 2 capas en la ex. color bastante oscuro.
<i>Polyadosporites firbasi B</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 6 Pl. FI 10 F. Guaduas.	(Poly)	psi.	34	Gran. separado, (tienen uno o más) poros muy pequeños. Ex. bien definida y bastante osc.
<b>INCESTISPORITES</b>					
<i>Incestisporites polygranulatus</i>	Suesca Cogontá, Capa VII N° 4 Pl. FI 18 F. Guaduas.	(Incert)	psi.	34	A dentro granos, probablemente (P <sub>1</sub> ) que tiene 8 de largo.

## B I B L I O G R A F I A

HUBACH, ENRIQUE: 1951. Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. Informe N° 785, Ser. Geol. Nac. Col.

IVERSEN, J. & J. TROELS SMITH: 1950. Pollenmorfologiske definitioner og typer. Danm. Geol. Und. IV, Vol. 3 N° 8

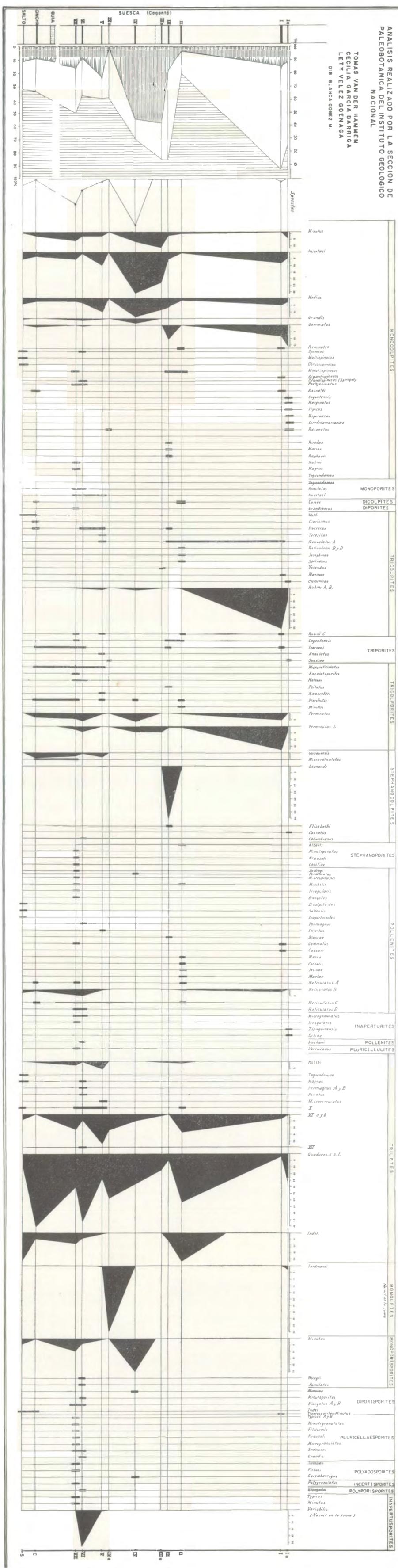
				ZONA	SUB-ZONA	DESARROLLO DE LA FLORA Y CARACTERIZACION DE LAS ZONAS Y SUB-ZONAS	
CACHO	LA PAZ						
GUADUAS superior	LISAMA	Terciario más inferior	Paleoceno Eoceno Inferior	D	2	Faltan casi todas las especies de la "flora antigua" inclusive el típico <i>Triletes guaduensis</i> . <i>Monocolpites medius</i> es uno de los sobrevivientes. Completamente dominan las Angiospermas, con muchas especies nuevas, tipos de polen en varios casos ya muy desarrollados. Especies típicas: <i>Monocolpites operculatus</i> , abundante; <i>Tetradites magnus</i> ; <i>Tricolporites annae</i> (Bombacaeas); <i>Monoporites lisamae</i> ; <i>Tricolpites santandereanus</i> , etc. — La flora va a obtener sus carácter suramericano.	
					1	Todavía existen varios elementos en la "flora antigua". Siguen los elementos nuevos de la zona C. Aparecen bastantes especies nuevas. Van a cambiar los <i>Monocolpites</i> tipo <i>medius</i> , formando un <i>reticulum</i> fino y perfecto. Hay todavía una variedad de <i>Triletes guaduensis</i> de gran tamaño: todas las otras variedades se extinguieron. Dominan casi completamente las Angiospermas. Aparecen los primeros <i>Monocolpites operculatus</i> .	
GUADUAS medio	UMIR	MAESTRICHIANO	superior	C	2	Comienza a bajar el porcentaje de <i>Triletes guaduensis</i> hasta quedar reducido a unos pocos ejemplares en la parte superior.	El porcentaje de <i>Triletes guaduensis</i> en general es bajo, especialmente hay muy pocos en la parte superior. Nuevos elementos: <i>Triletes typicus</i> , <i>Monocolpites humberti</i> , <i>Monocolpites humbertoides</i> , <i>Tricolporites leonardoides</i> , etc.
					1	<i>Triletes margaritae</i> . Siguen entrando ciertos elementos nuevos, en especial unos tipos de <i>Monocolpites</i> , grandes y de escultura fov. ret. Son más abundantes unas especies que escasamente se encuentran en zonas anteriores: <i>Tricolpites suscae</i> , <i>Monocolpites racematus</i> , <i>Tetradites umirensis</i> .	
			medio	B	3	Vuelve a dominar <i>Triletes guaduensis</i> , pero fuera de las especies de la "flora antigua" acompañados ya de ciertos elementos que indican el principio de un cambio de la flora: <i>Tricolpites splendens</i> , <i>Tricolpites reticulatus</i> B y C, <i>Pollenites cornelii</i> .	Dominio de polen. Porcentaje muy bajo de esporas <i>Triletes</i> .
					2	Vegetación transitoria de <i>Stephanocolpites leonardi</i> y <i>Monocolpites gemmatus</i> , de <i>Tricolporites perminutus</i> var., o de otras especies de <i>Dicotyledoneas</i> .	
					1	Dominio de <i>Monocolpites huertasi medius minutus</i> Vegetación poco variada.	
			inferior	A	3	La "flora antigua" bastante constante en toda la zona A, está caracterizada por el dominio de <i>Triletes guaduensis</i> con abundantes representantes de los -Sporites de manera especial <i>Monoporisporites minutus</i> .	Faltan casi completamente todas las especies de <i>Sporites</i> de la zona A2.
					2		Caracterizada sobre todo por la presencia de muchas especies de <i>Monoporisporites</i> , <i>Diporisporites</i> , <i>Pluricellaesporites</i> , <i>Polyadosporites</i> , etc.
1	No hay los elementos nuevos de las zonas B3 y C, mientras que las especies antiguas, todavía presentes en estas zonas, son más abundantes aquí.  Típico para esta zona es: el <i>Tricolporites microreticulatus</i> .	Flora menos variada, todavía no existen varios tipos presentes en las subzonas A2 y A3. Está caracterizada esta subzona por la falta de las siguientes especies: <i>Tricolpites rubini</i> , <i>Monocolpites minutispinosus</i> , etc., y por la presencia de las especies típicas: <i>Monocolpites multispinosus</i> ; <i>Monoporites tequendamae</i> , <i>Monocolpites acuminospinosus</i> y <i>Tricolpites wolffi</i> , etc.					



DIAGRAMA PALINOLÓGICO DE LOS CONJUNTOS INFERIOR Y MEDIO DE LA FORMACION GUADUAS DE LA SABANA DE BOGOTA

ANÁLISIS REALIZADO POR LA SECCION DE PALEOBOTANICA DEL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

TOMAS VAN DER HAMMEN  
CECILIA GARCIA BARRIGA  
LETY VELEZ GOENAGA  
DIB. BLANCA GOMEZ M.



REPUBLICA DE COLOMBIA  
 MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS  
 INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL  
 SECCION DE PALEOBOTANICA  
 Thomas van der Hammen  
 Geólogo - Paleobotánico - Jefe

SUESCA - COGONTA  
 DIAGRAMA PALINOLOGICO DE LOS MANTOS VII, VI y V

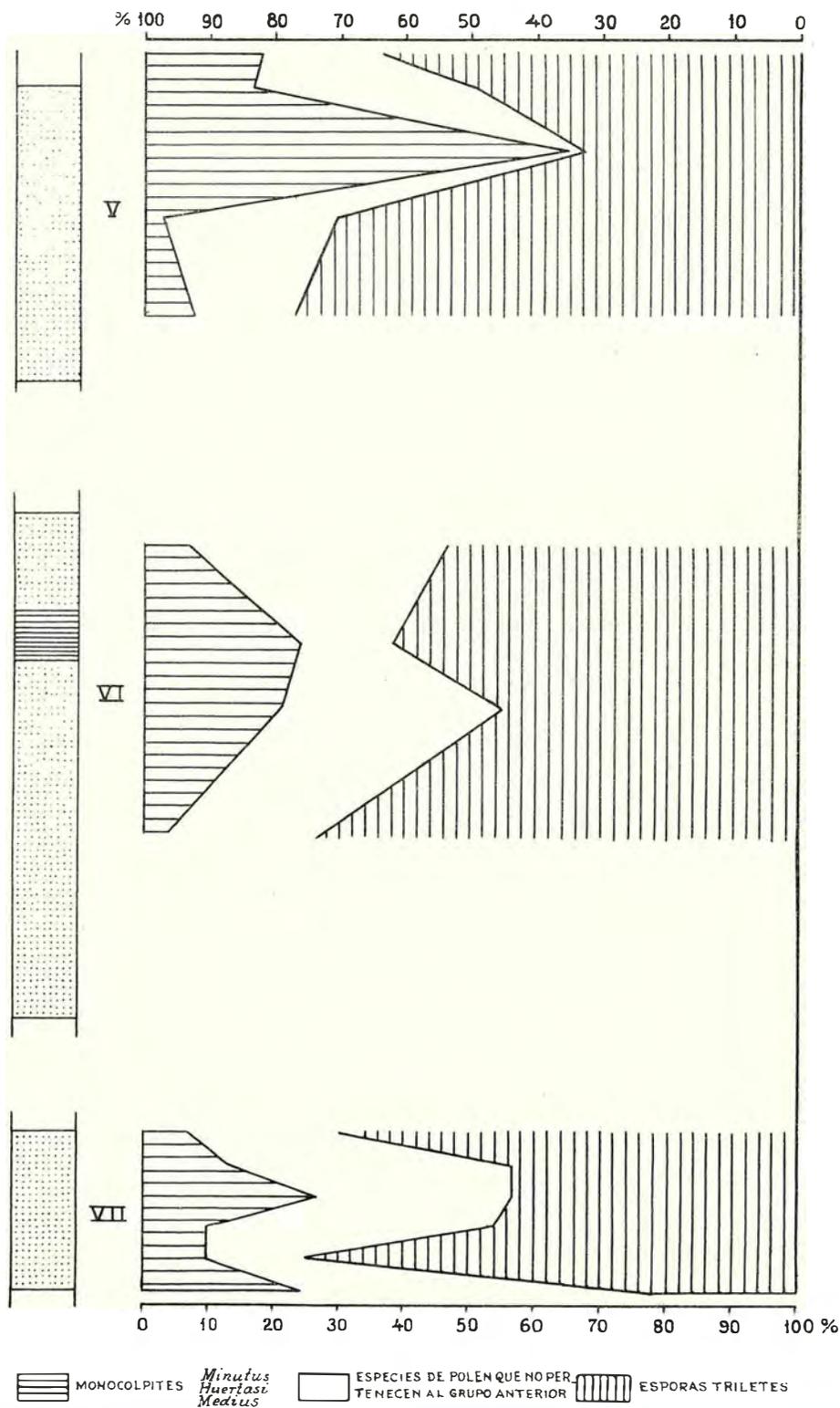
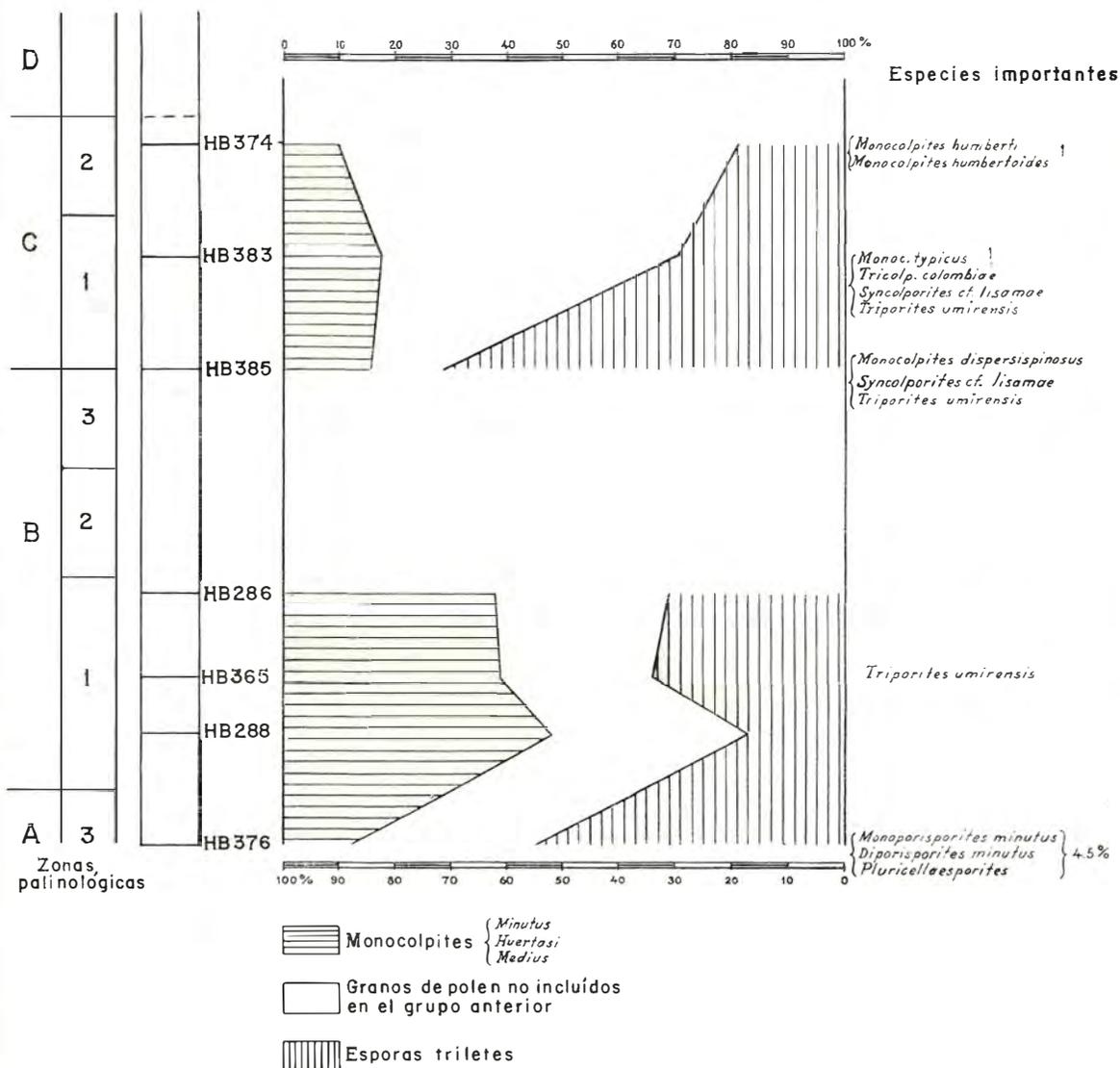
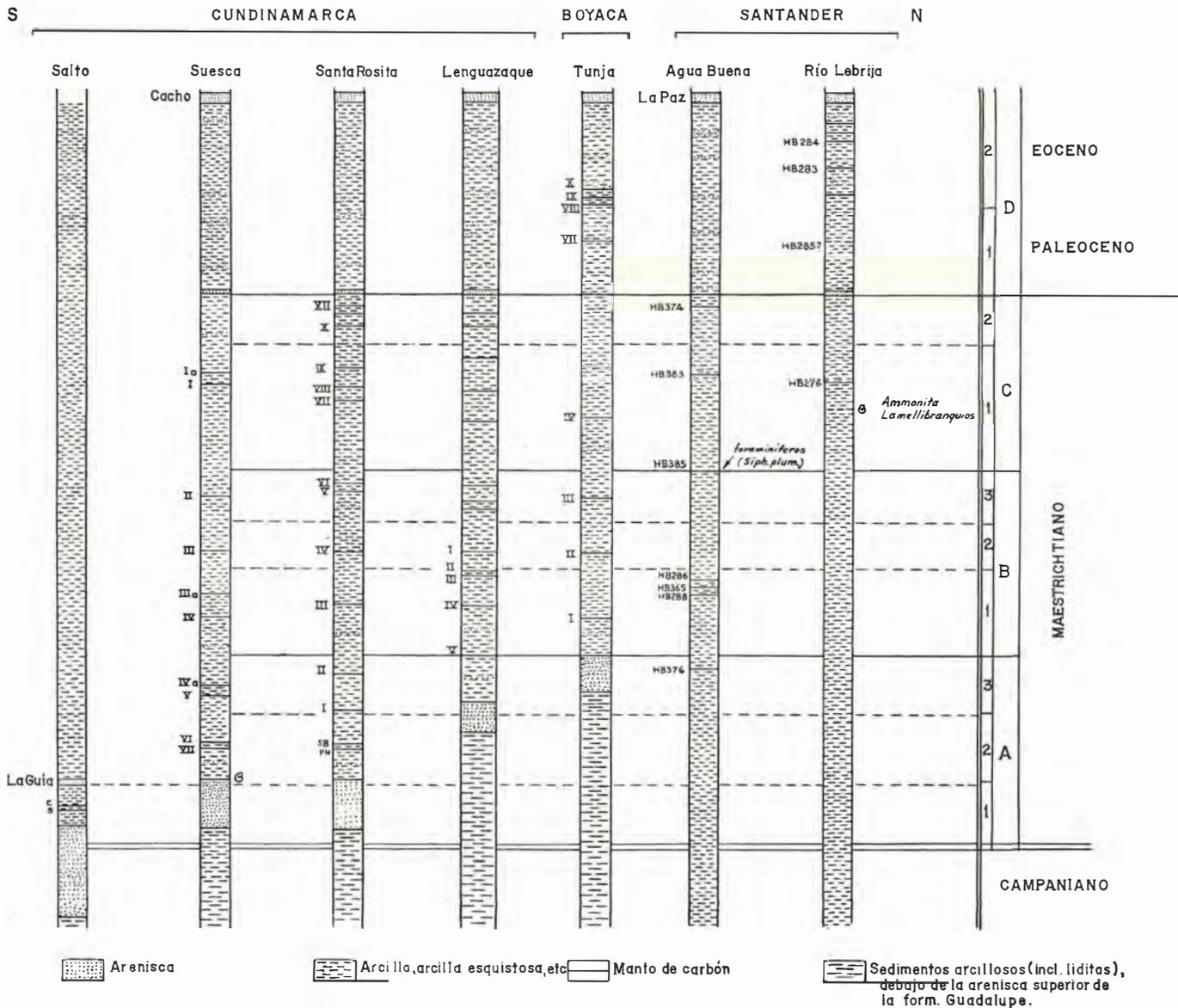


DIAGRAMA PALINOLOGICO DE LA FORMACION UMIR  
 AGUA BLANCA (Carretera Bucaramanga - San Vicente)  
 Departamento de Santander

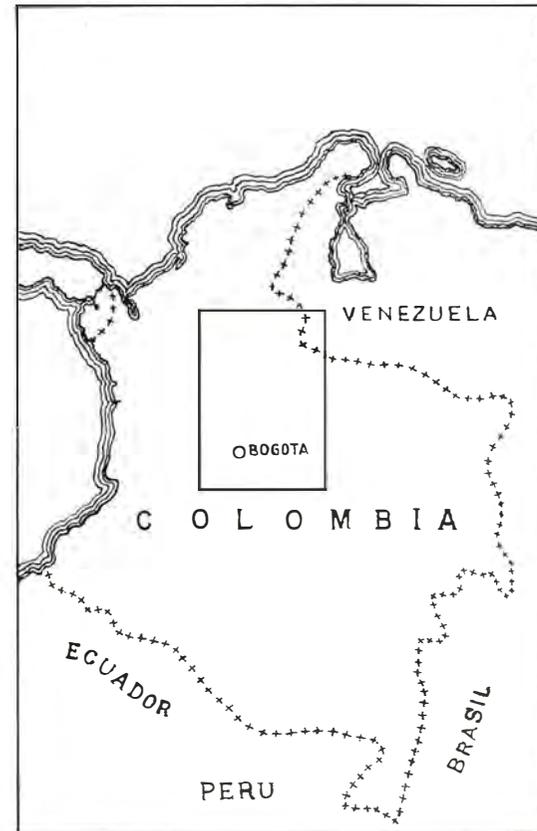
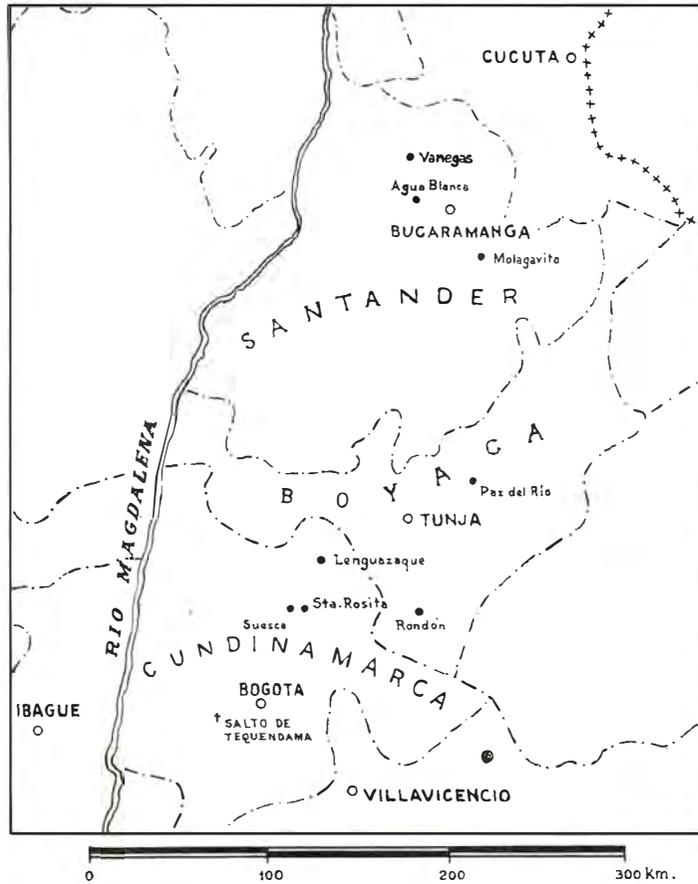


COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS SIMPLIFICADAS  
DE SUR A NORTE POR LA REGION INVESTIGADA



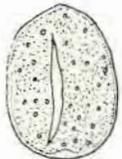
NOTA: La posición de los mantos de carbón en las zonas palinológicas está indicada sin tener en cuenta cambios de espesor de las distintas zonas y subzonas.

INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE PALEOBOTANICA

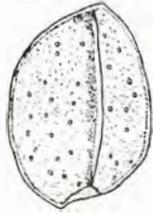


MAPAS DE LA REGION DONDE FUERON COLECTADAS LAS MUESTRAS  
PARA LOS PRESENTES ESTUDIOS PALINOLOGICOS..

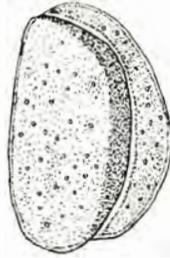
MONOCOLPITES



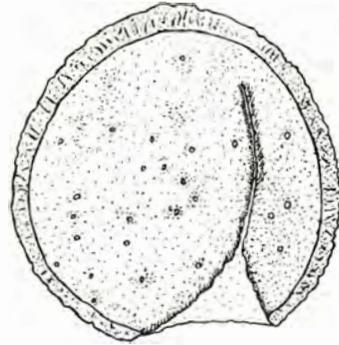
minutus



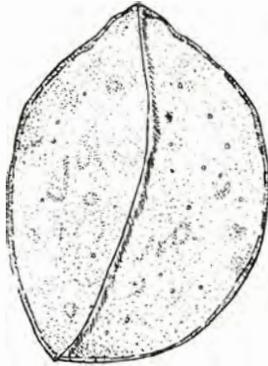
huertasi



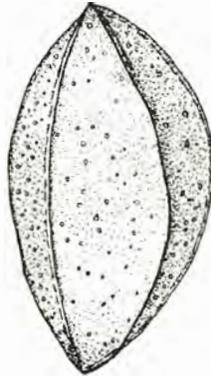
medius



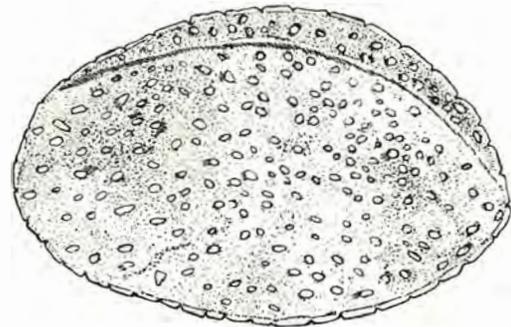
pachyexinatus



grandis A



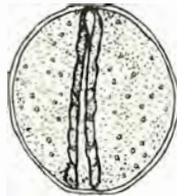
grandis B



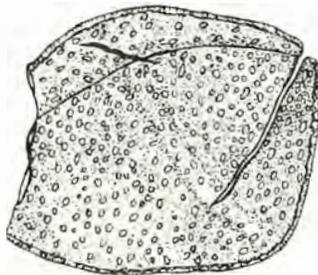
typicus



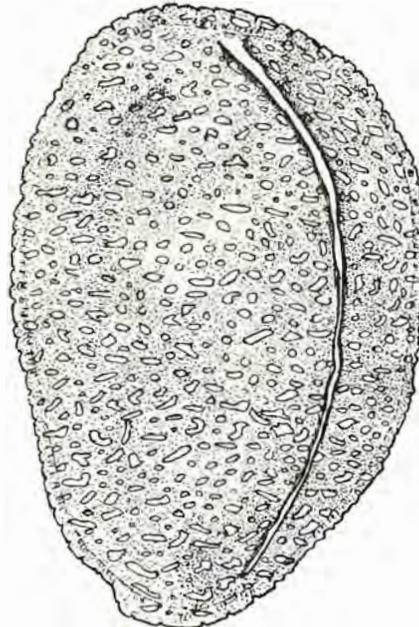
marginatus



huertasi var. marginatus

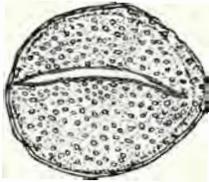


esperanzae

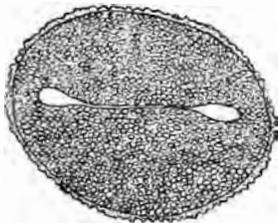


humberti

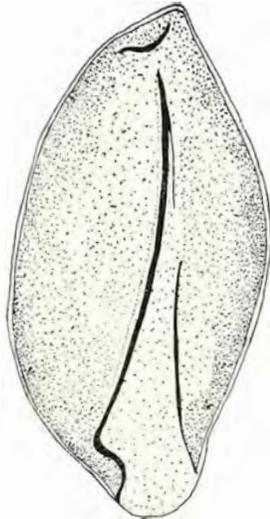
MONOCOLPITES



reinaldi



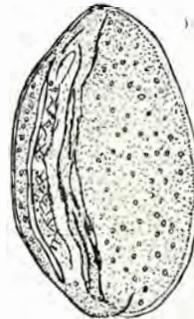
reticulatus



giganteus



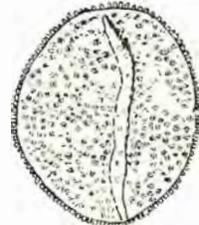
perminutus



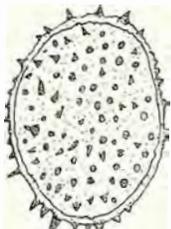
cogontensis



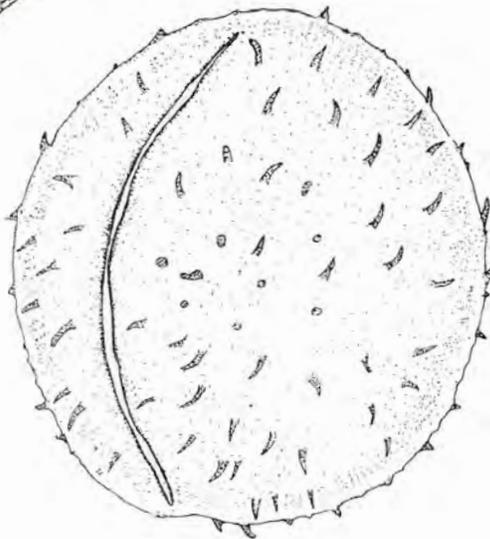
tequendamae



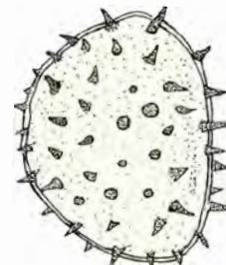
gemmaus A



ellii

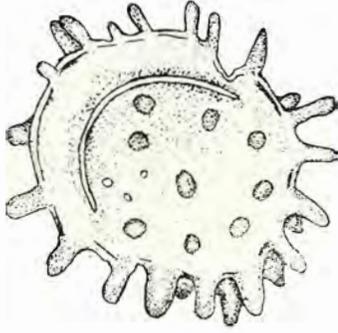


minutispinosus

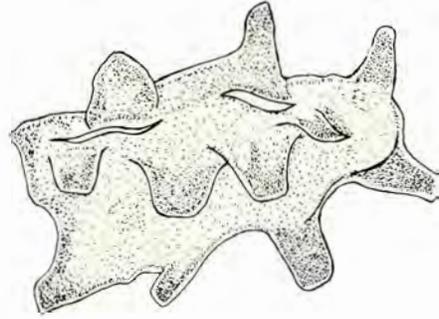


ruedae

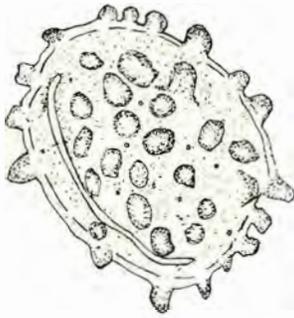
# MONOCOLPITES



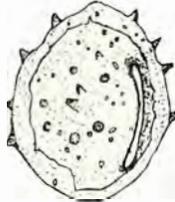
**spinosus**



**gigantispinosus**



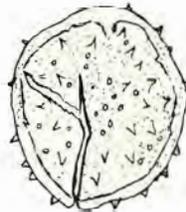
**obtusispinosus**



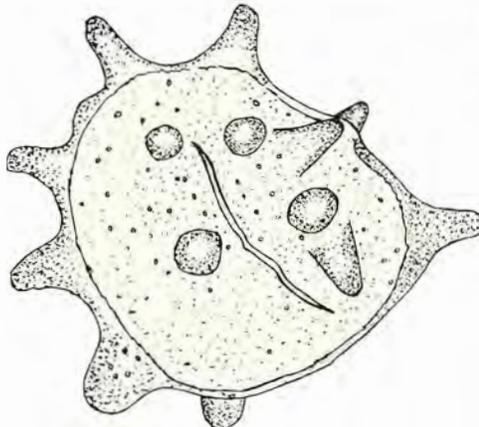
**aitkeni**



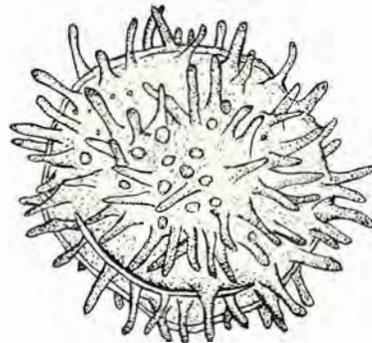
**dispersispinosus**



**cundinamorcensis**

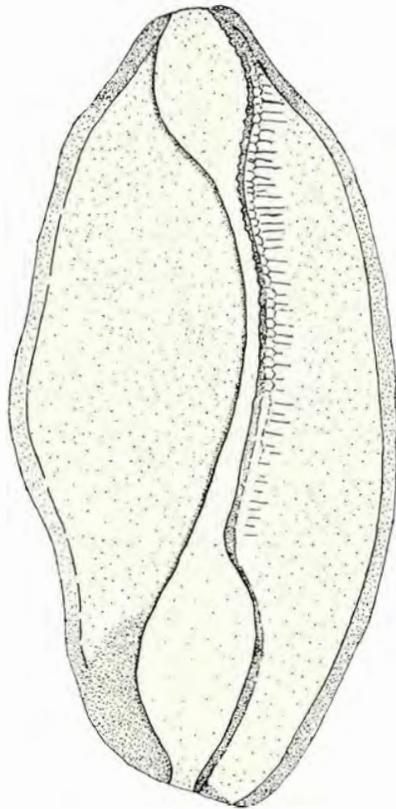


**grandispiniger**

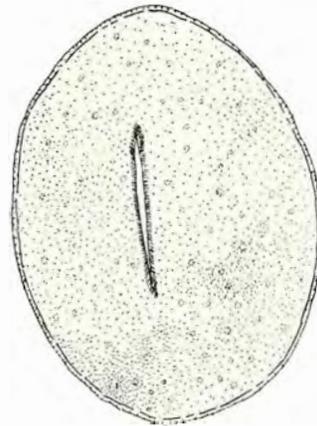


**multispinosus**

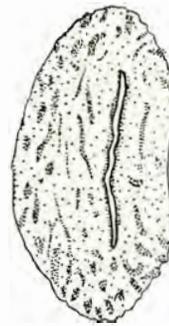
MONOCOLPITES



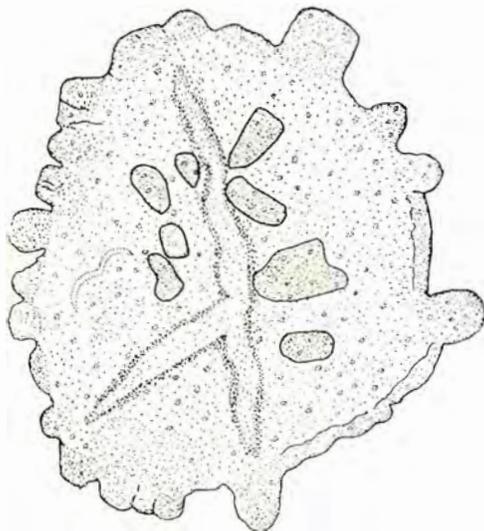
rubini



magnus



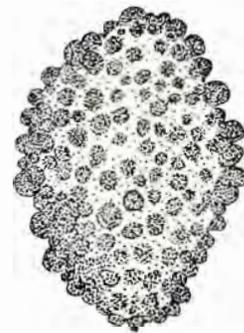
raphaeli



clavigermatus

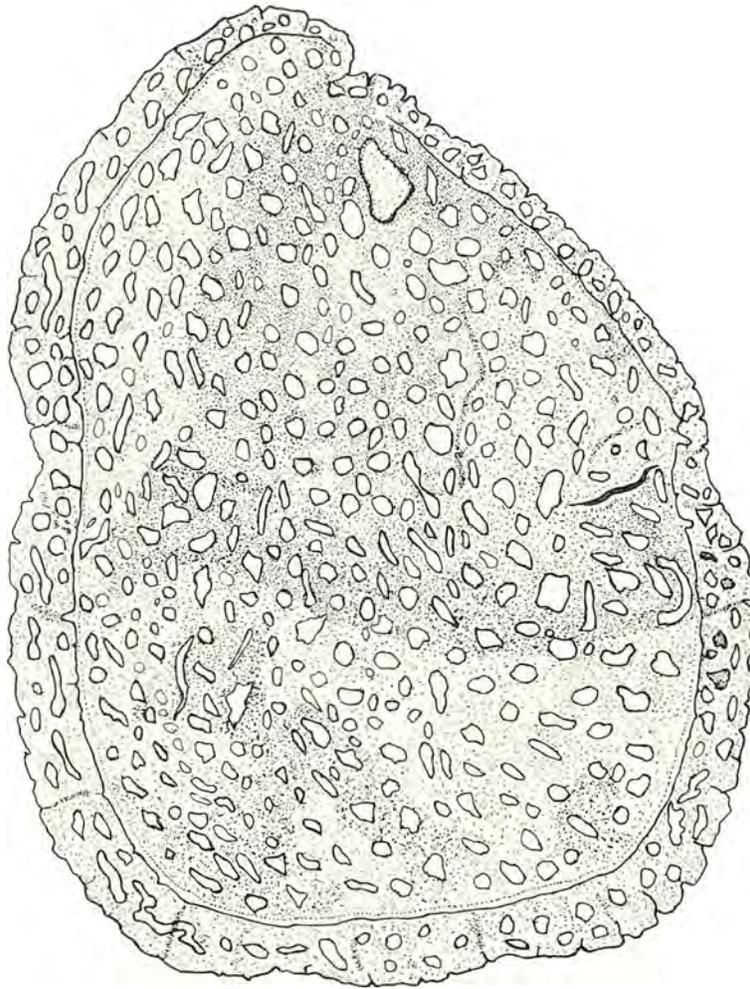


mariae

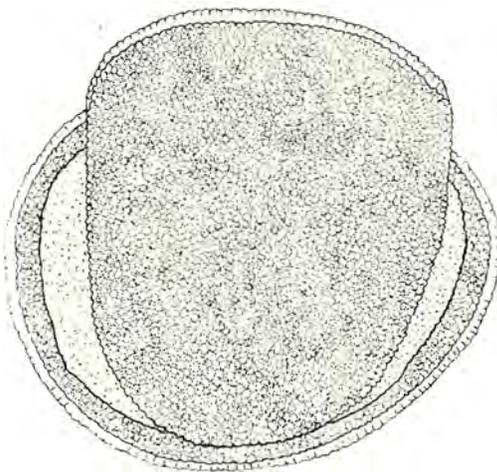


racematus

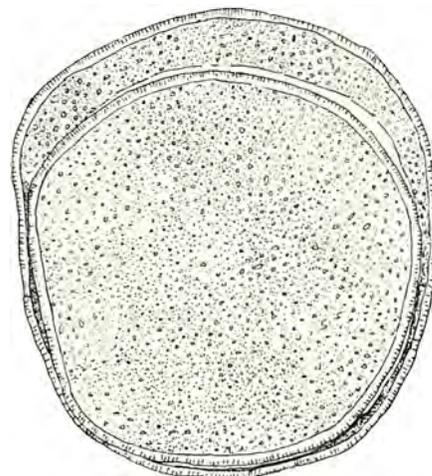
# MONOCOLPITES



**humbertoides**



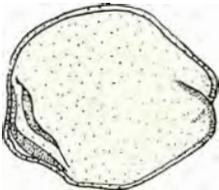
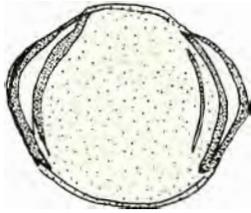
**operculatus A (L)**



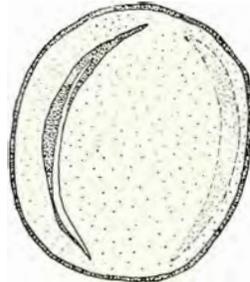
**operculatus B (L)**

*Roxaportites*

DICOLPITES

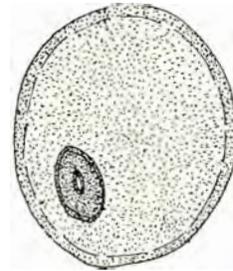


*luisae*



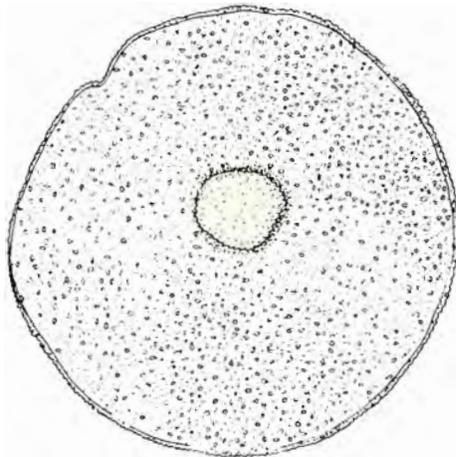
*umirensis*

MONOPORITES

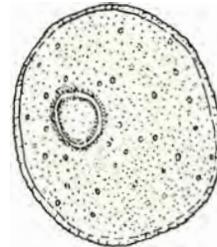


*annulatus*

MONOPORITES



*tequendamae*

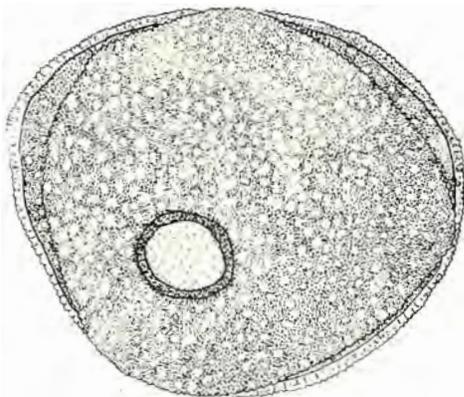


*huertasi*

DIPORITES

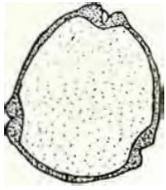


*grandiporus*



*ilsamae* (L.)<sub>c</sub>

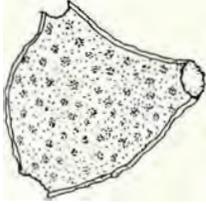
# TRIPORITES



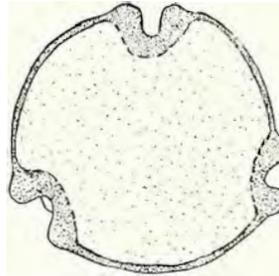
**iverseni**



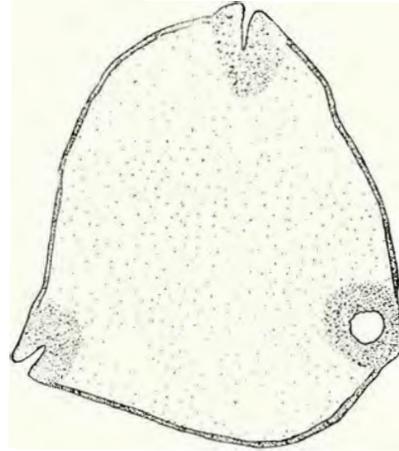
**cogontensis**



**suescae**



**annulatus**

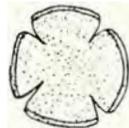


**umirensis**

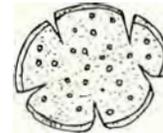
# STEPHANOCOLPITES



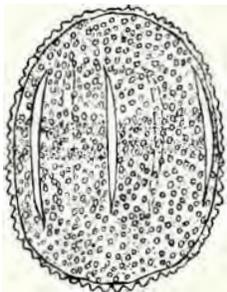
**quaduensis A**



**quaduensis B**



**microreticulatus B**



**costatus**



**leonardi**



**elisabethi**

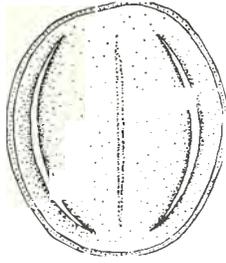


**microreticulatus D**

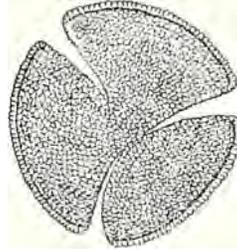
# TRICOLPITES



wolfi



clarissimus



herrerae



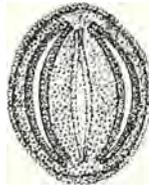
letitiae



marinae



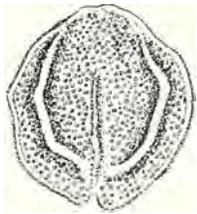
esperanzae



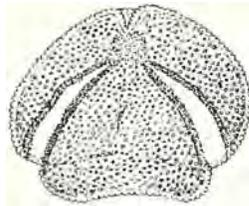
colombiae



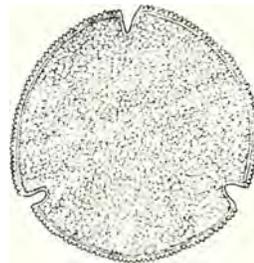
medius



reticulatus A



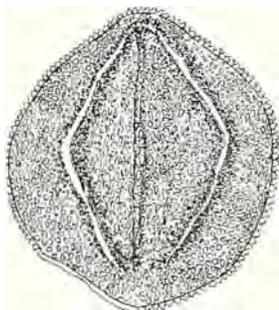
reticulatus B



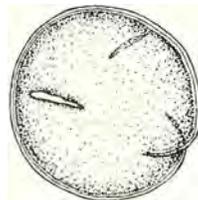
splendens



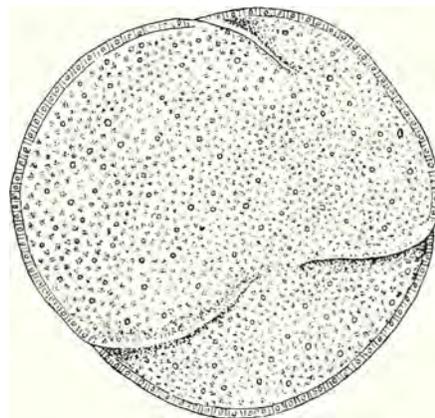
teresitae



josephinae



yolandae



santandereanus (L)



microreticulatus



rubini A

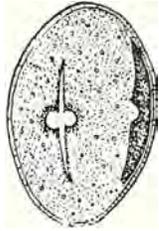


rubini B

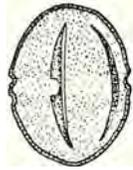


rubini C

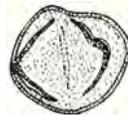
TRICOLPORITES



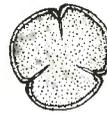
florschutzi A



raasveldti



perminutus A



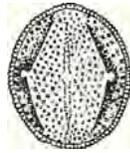
perminutus E



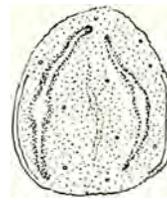
perminutus B



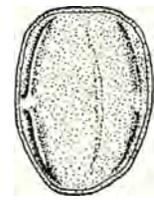
minutus



microreticulatus A



cogontensis



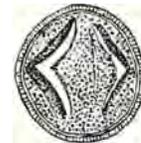
psilatus



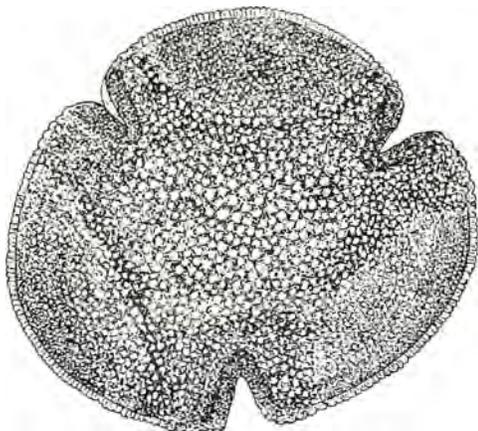
nelsoni



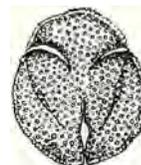
annulatioporites



leonardoides

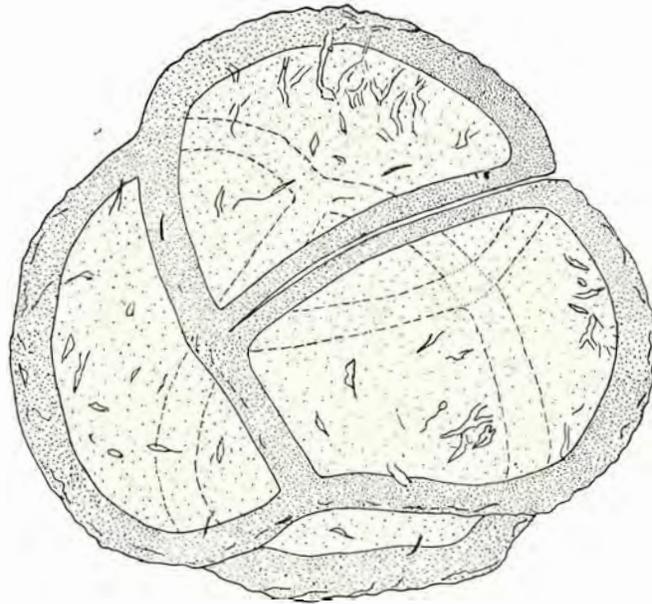


annae (L)

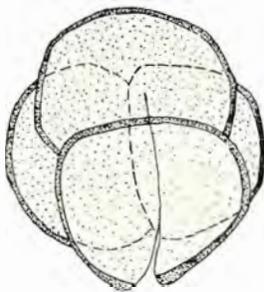


letitiae

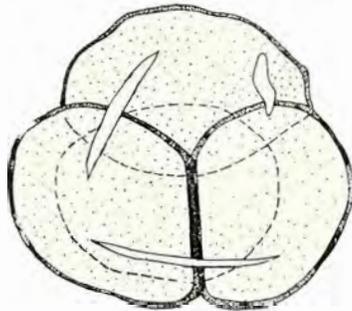
# TETRADITES



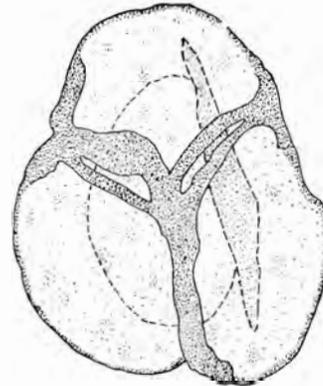
magnus (L)



umirensis A

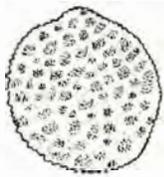


umirensis B



granulatus

# PLURICELLULITES



(seccion optica)  
verrucatus

# SYNCOLPITES



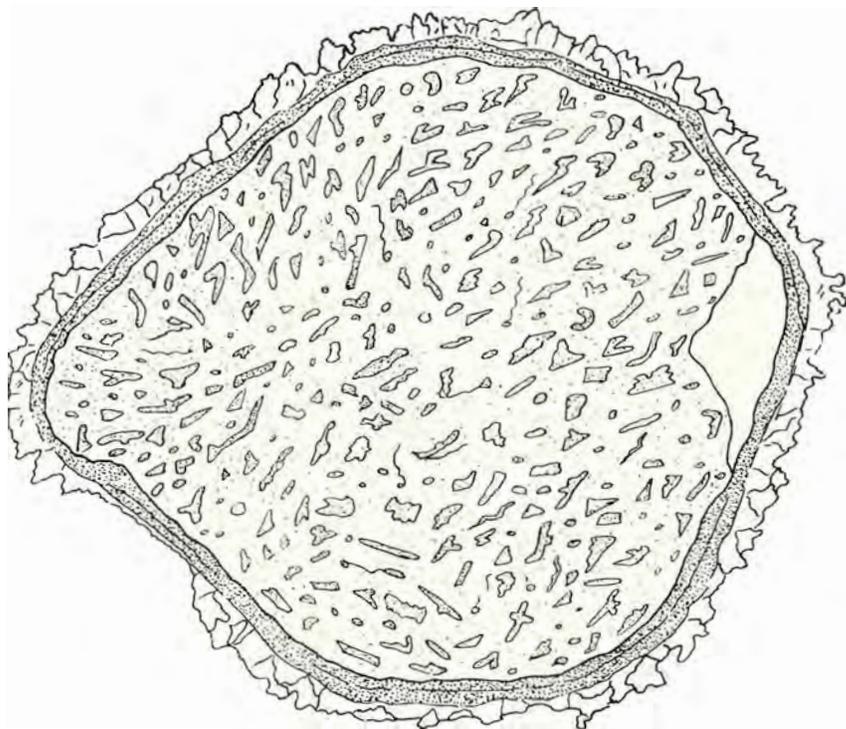
circularis

# SYNCOLPORITES

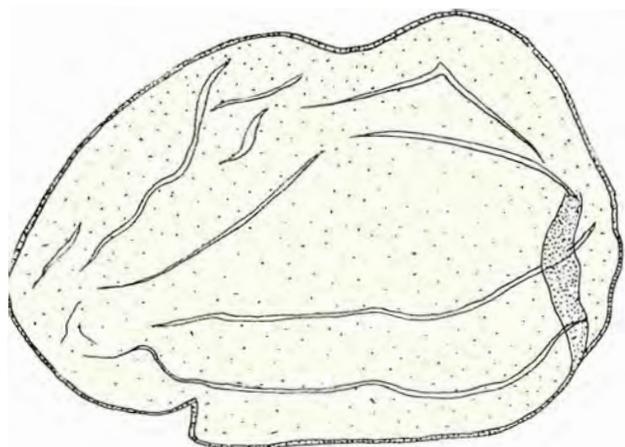


lisamae

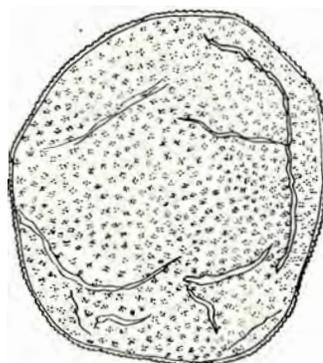
# INAPERTURITES



**irregularis**

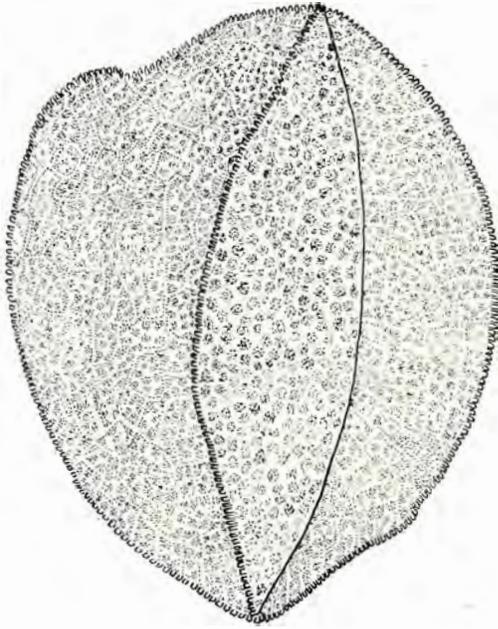


**zipaquirensis**

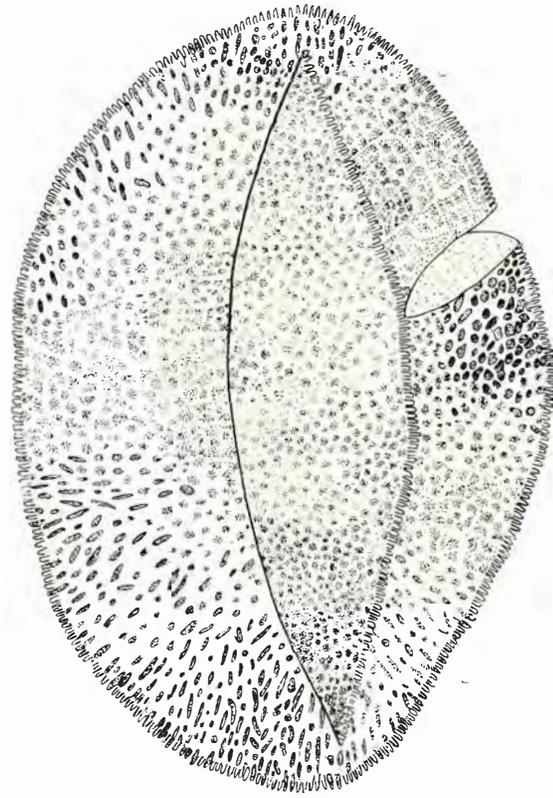


**microgemmatus**

# INAPERTURITES

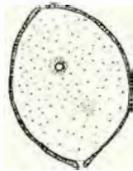


**liliae**



**lilioides**

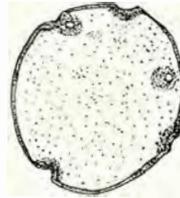
# STEPHANOPORITES



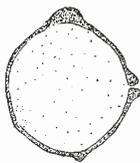
**columbianus**



**alberti**



**ceciliae**

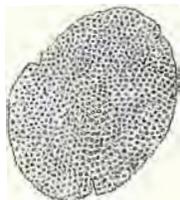


**minutiporites**



**krauseli**

# POLLENITES



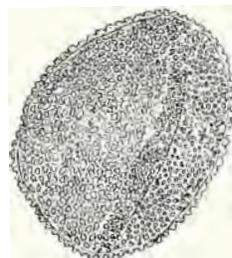
**reticulatus A**



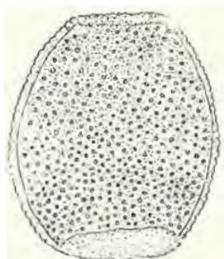
**saltensis**



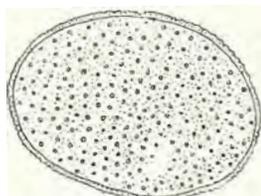
**morae**



**reticulatus B**



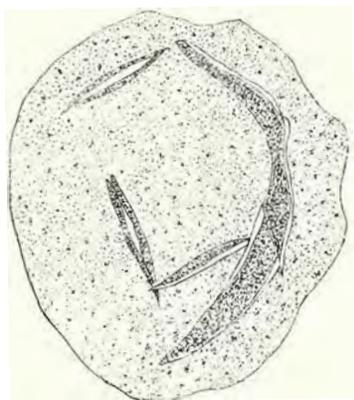
**dicolpitooides**



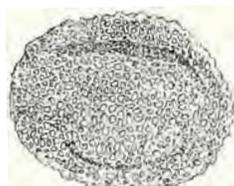
**inaperturooides**



**reticulatus C**



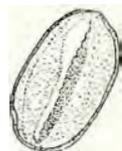
**mitchelli A**



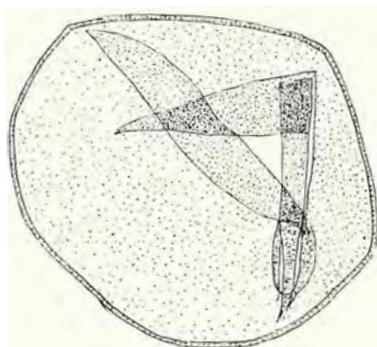
**reticulatus D**



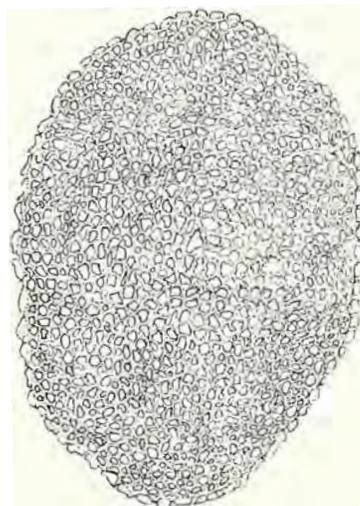
**sellingi**



**elongatus**

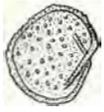


**mitchelli B**

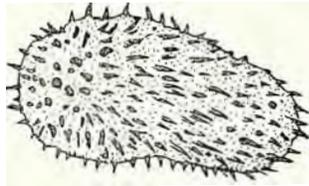


**reticulatus E**

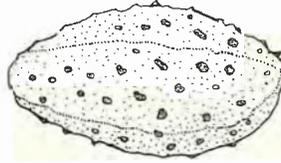
# POLLENITES



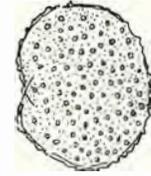
**perminutus**



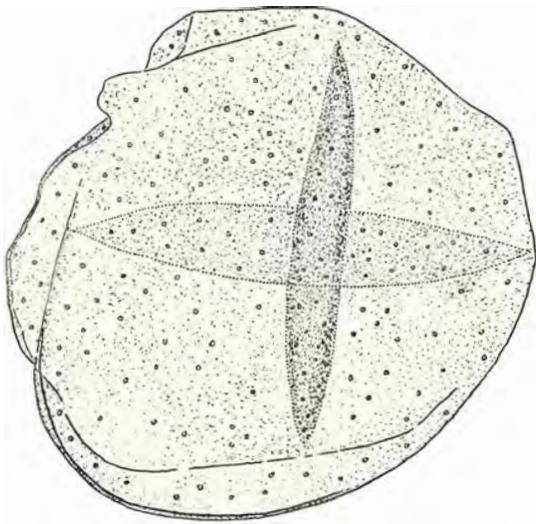
**josinae**



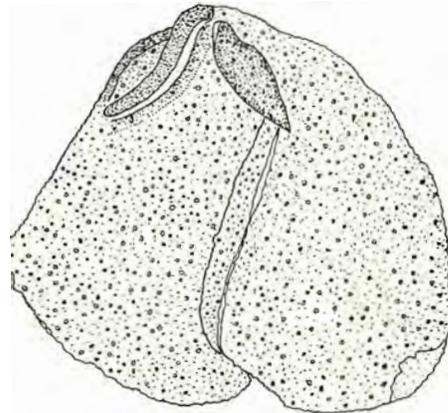
**microspinosus**



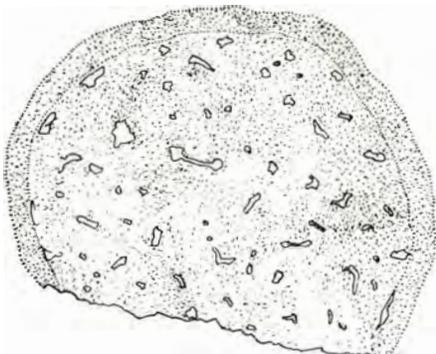
**gemmatus A**



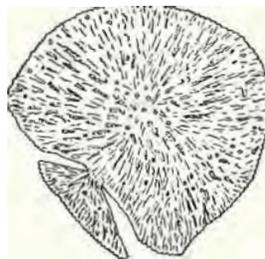
**permagnus**



**pachoni B**

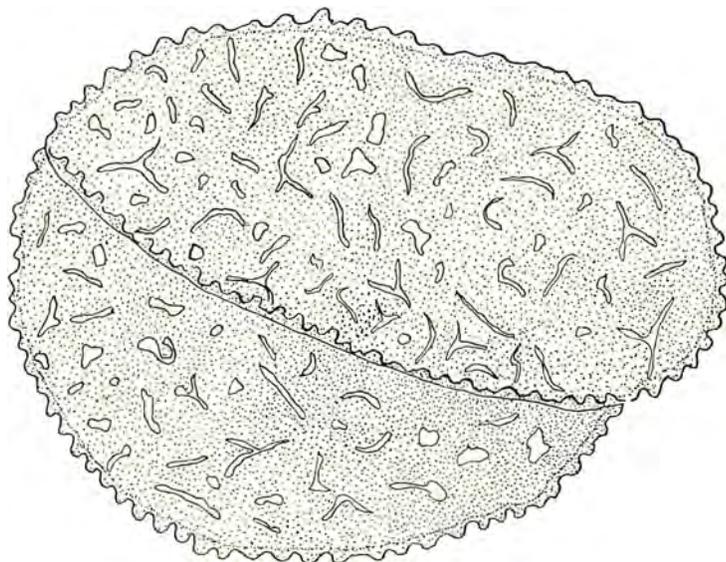


**caesari**

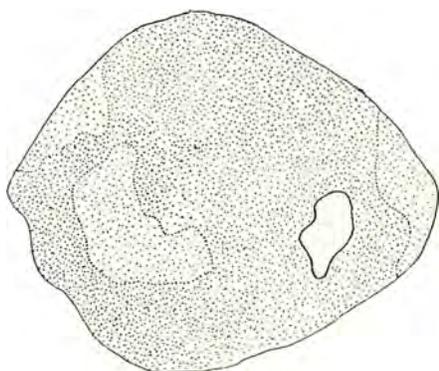


**striatus**

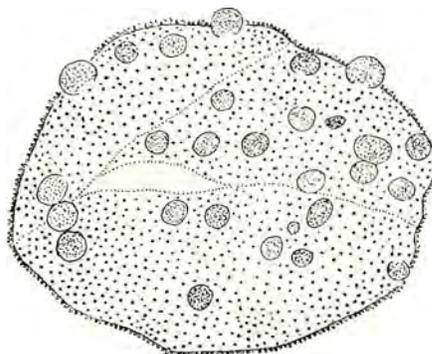
POLLENITES



*cornelii*

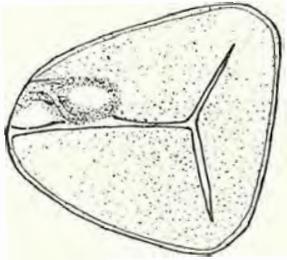


*incertus*

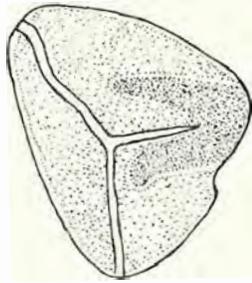


*typissimus*

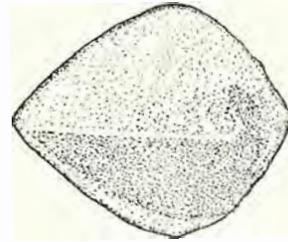
TRILETES



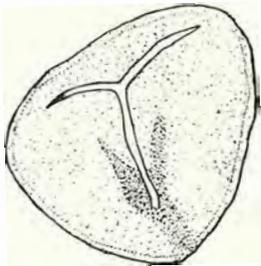
VII



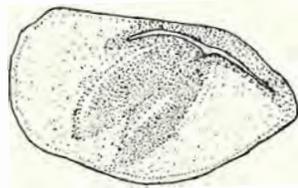
III



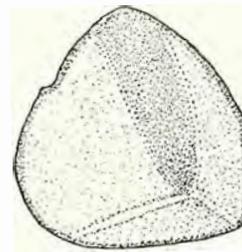
I a



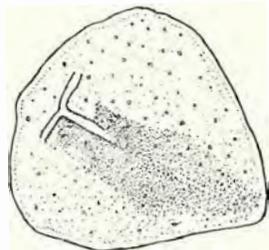
VI



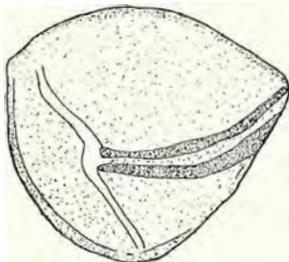
IV a



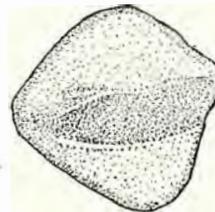
I a



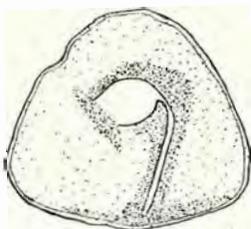
var. granulatus



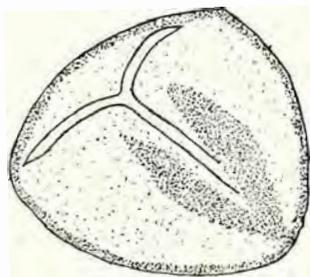
IV b



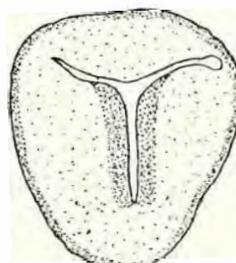
I b



VII

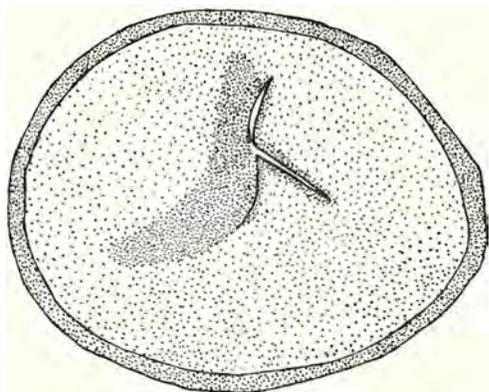


V

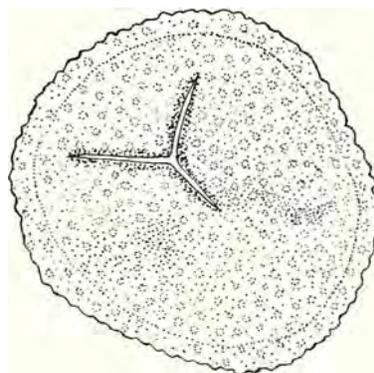


II

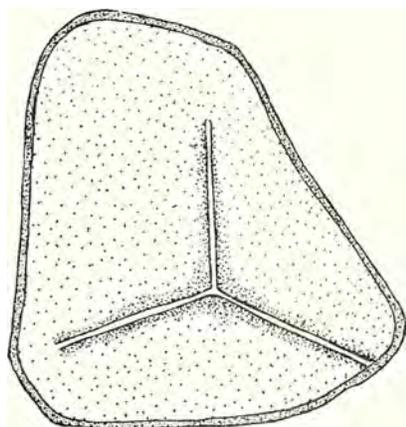
# TRILETES



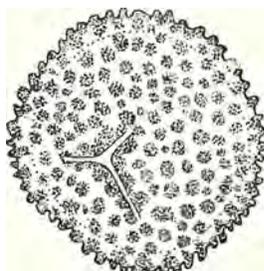
**magnus**



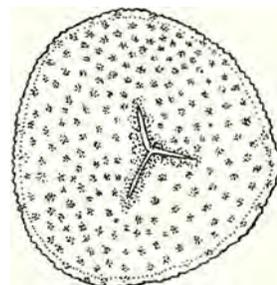
**margaritae**



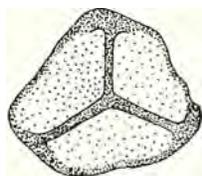
**grandis**



**mutisi**



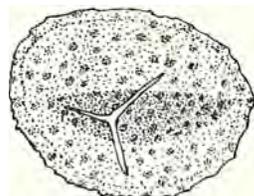
**tequendamae**



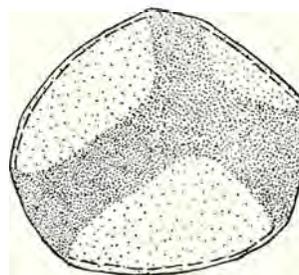
**minutus**



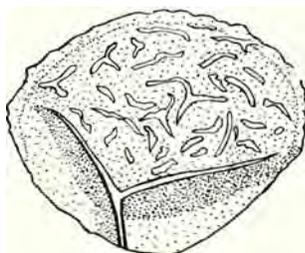
**splendens**



**microechinatus**

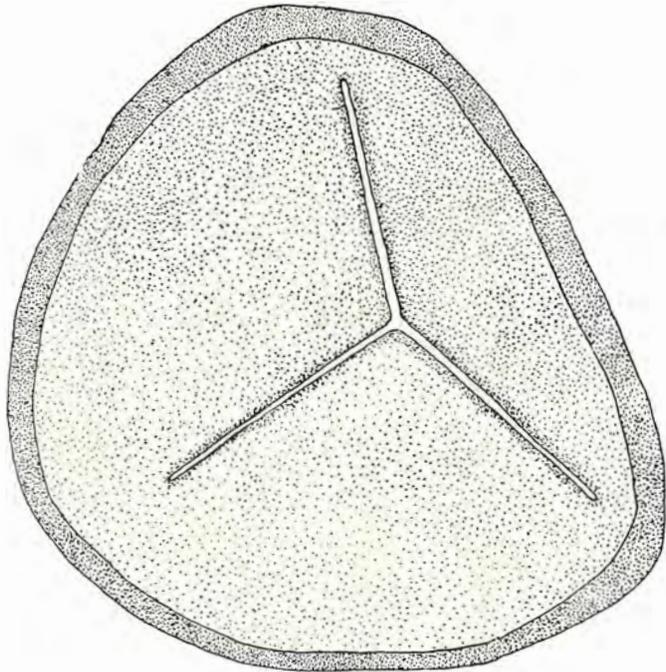


**typicus**

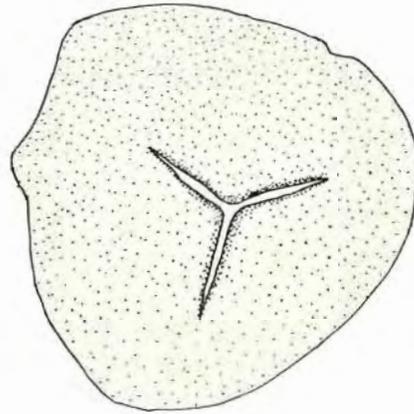


**suescae**

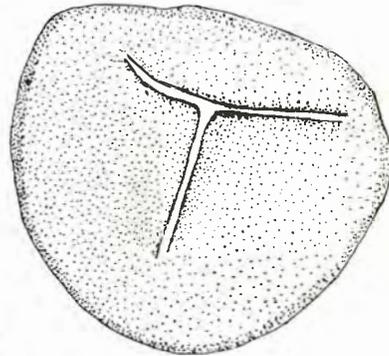
# TRILETES



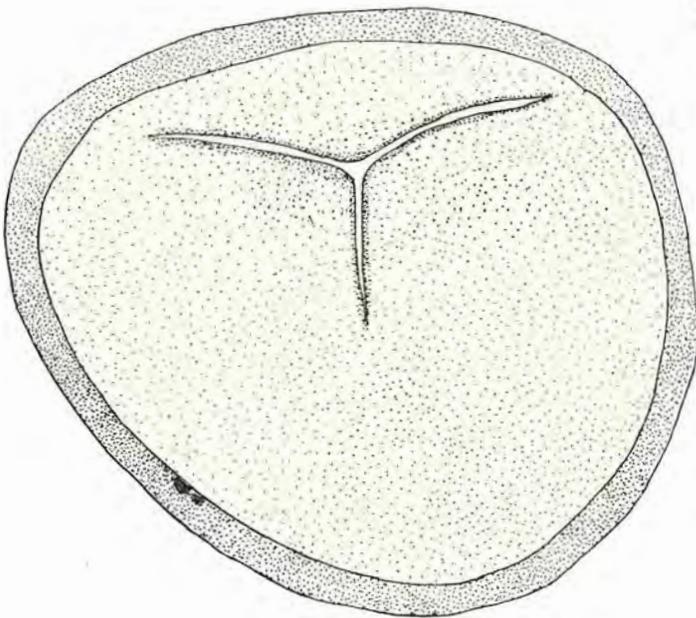
**giganteus (600 x)**



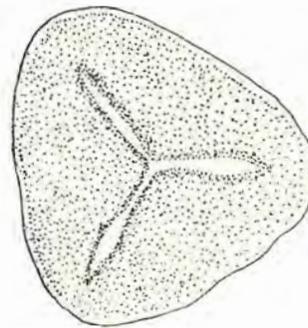
**psilotus**



**XII**

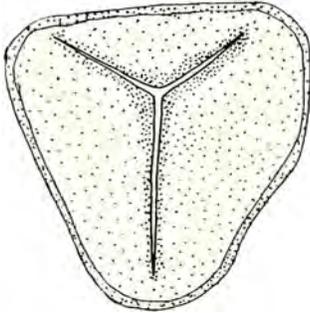


**permagnus A**

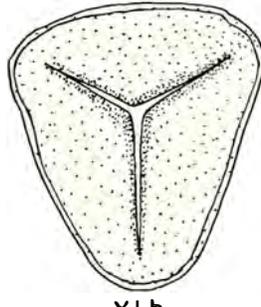


**X**

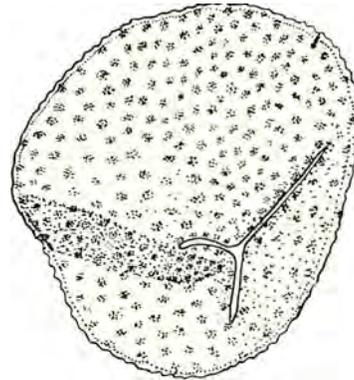
TRILETES



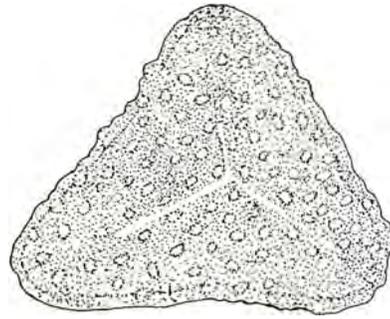
X1a



X1b

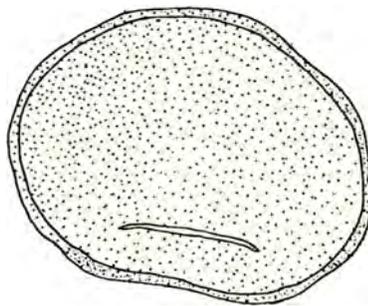


microverrucatus



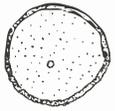
boteroi

MONOLETES

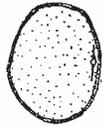


ferdinandi

### MONOPORISPORITES



minutus A



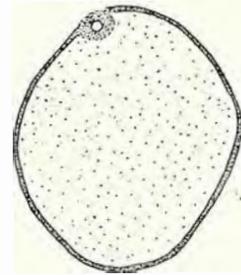
minutus B



bürgli



annulatus



grandis

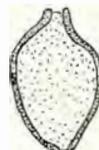
### DIPORISPORITES



minutiporatus

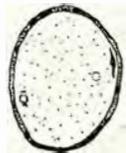


elongatus A



elongatus B

### TRIPORISPORITES

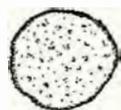


minutus

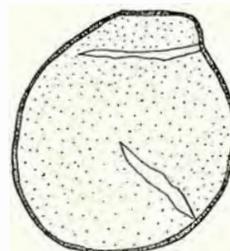
### INAPERTUSPORITES



typicus

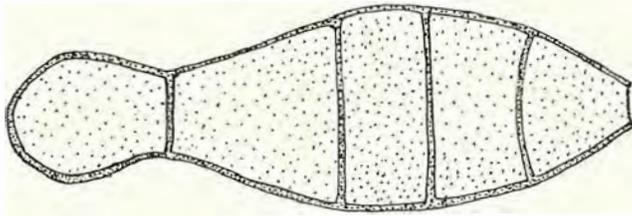


minutus



variabilis

PLURICELLAESPORITES



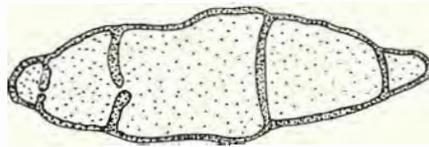
typicus A



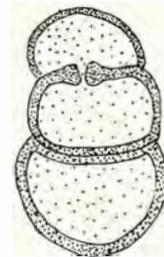
minutigranulatus



filiformis

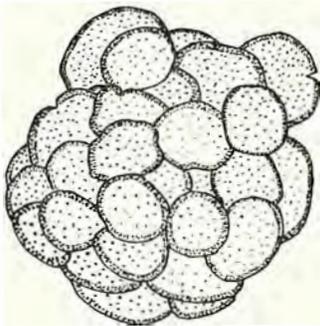


krauseli

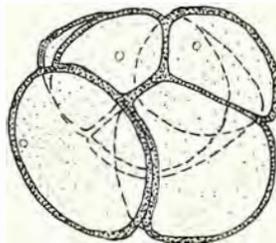


erdtmani

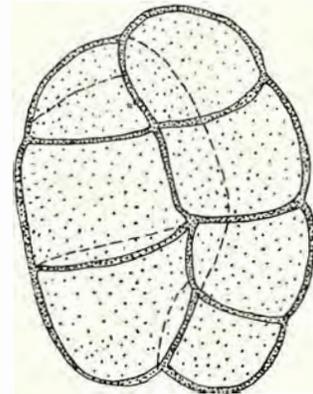
POLYADOSPORITES



suescae

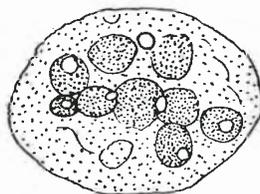


firbasi



garciabarrigae

INCERTISPORITES POLYSPORITES



polygranulatus



elongatus

FOTOGEOLOGIA Y SU APLICACION  
A LA EXPLORACION PETROLERA

(Comentarios al trabajo publicado en el Vol. V, Nos. 11-12)

POR

GUILLERMO P. SALAS



NOTA — En el presente artículo que transcribimos del Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. VI, Números 1-2, se destacan en breves párrafos las ventajas que ofrece la fotogeología en la exploración geológica, no sólo en busca de petróleo y de minerales sino también para control de la erosión de los suelos, para estudios de ingeniería geológica, etc. La experiencia en la aplicación de la fotogeología para el levantamiento de la carta geológica de Colombia en que está empeñado el Instituto Geológico Nacional, confirma los puntos de vista del autor sobre las ventajas técnicas y económicas de la fotogeología. — LA REDACCION.

El excelente trabajo publicado en el N° 11-12 del Vol. V pp. 369-423 en noviembre de 1953, por el recién titulado Ing. Geólogo Juan B. Puig, no sólo es de actualidad y de alto valor para el adelanto técnico en materia de exploración geológica, sino que viene a llenar un enorme hueco en la literatura geológica, en castellano, respecto del uso de la aerofotografía aplicada a la técnica de exploración.

Se presentan en dicho trabajo algunos puntos que no está por demás discutir, con objeto de ampliar los conceptos en él emitidos:

En primer lugar, debe darse mucho más énfasis a tres puntos básicos respecto a las ventajas que la fotogeología presenta, en comparación a otros métodos.

A) — El enorme ahorro en tiempo y por consiguiente en dinero que se logra por área de superficie explorada. Se ha calculado con datos fehacientes obtenidos en la práctica, que en terreno selvático y/o montañoso, la duración de un trabajo de exploración geológica por observaciones superficiales, se puede reducir en un 80%. Además, el costo de campamentos, personal, transportación y costo de brechos, limpia de afloramientos o excavación de fosas de observación, se reduce muy substancialmente. En este caso, el porcentaje de ahorro es muy variable, pues depende del grado de detalle que, posteriormente al estudio fotogeológico, se considere necesario para afinar su interpretación, para medir sus espesores de secciones, cuantificación de cierres de estructuras, etc. Pero de cualquier manera, el ahorro por ambos conceptos mencionados, es enorme. Agréguese a esto, la eliminación del gran número de geólogos de campo, cuyos servicios se pueden utilizar con ventaja en labores tan importantes como la geología del subsuelo, investigación de problemas sedimentológicos locales y regionales, reinterpretación de problemas estructurales de campos ya en explotación, trabajos de investigación de paleogeografía, cálculo de reservas, técnica de terminación de pozos, etc.

B) — La enorme cantidad de detalle y la densidad de observación, pues mientras que la observación superficial está circunscrita a arroyos, ríos, brechas, fosas, etc. que son sólo unos puntos fijos en el área por cubrir, y en ocasiones estos puntos están por necesidad muy aislados, en cambio en la foto-

grafía aérea, también por necesidad HAY QUE OBSERVAR CADA METRO DE SUPERFICIE SIN PASAR POR ALTO UNO SOLO.

En consecuencia, todo rasgo visible estructural, sedimentario o fisiológico, es registrado e interpretado, al grado que no quedan lagunas sin datos en los planos fotogeológicos y sí muy frecuentemente en los de trabajos directos en la superficie.

Son innumerables los ejemplos en que tanto por lo selvático del terreno o por la enormidad de los rasgos estructurales, el Geólogo de campo está limitado en su apreciación de los problemas tectónicos a resolver por falta de observación panorámica o de conjunto. Se han dado casos tanto en la región selvática del Sureste, como en la desértica de Chihuahua, en México, de que en la primera, afloramientos regionales pasen inadvertidos debido a la magnitud de su importancia que es físicamente imposible observar mediante escasos afloramientos, fosas de observación, o cortes de caminos o ferrocarriles. Por otra parte, en regiones de magníficos afloramientos como en Chihuahua, pueden observarse algunos diques ígneos aislados y pequeñas pero abundantes fallas, pero cuando estos detalles son muy abundantes, como en la región al sur y suroeste de Ojinga, es prácticamente imposible localizar absolutamente todos en el plano geológico superficial. En cambio, en las fotografías aéreas y mosaicos, no sólo es relativamente fácil apreciar estos rasgos estructurales y/o pirogeomorfológicos, sino que la asociación de estos rasgos con la geología regional, además de exacta, puede dar la clave a la solución de los problemas en estudio.

Por otra parte, en la gráfica que el Ing. Puig muestra respecto a la importancia de la fotogeología para encontrar estructuras petrolíferas en los Estados Unidos en comparación con otros métodos, no obstante que su valuación según dicha gráfica es buena, hay que considerar que pudo haber sido mucho mejor si éste hubiese estado en uso con la anterioridad que los otros a los cuales se compara. De hecho, yo creo que es posible decir que para exploración regional y de semi-detalle en áreas desconocidas o de difícil acceso, no hay método que se compare al de la fotogeología, ni en exactitud ni en costo o eficiencia. Lógico es que toda exploración fotogeológica debe complementarse como lo indica el Ing. Puig en su interesante artículo, mediante observaciones directas de campo para estratigrafía y naturalmente para datos paleontológicos.

Es a todas luces evidente que la fotogeología, siendo un método tan moderno, eficaz y barato se ha postergado indebidamente, posiblemente por falta de publicidad, en las actividades exploratorias de México.

Este método es útil no sólo para exploración en busca de petróleo y de minerales, punto este último al que se ha dado desgraciadamente poco énfasis en México, sino para control de erosión de suelos, localizaciones de vías de comunicación, acueductos, oleoductos, geología de sitios de presa y vaso de captación, etc., por lo que aprovecho la ocasión para sumarme a la opinión del Ing. Puig y a muchas otras respecto del énfasis que debe darse al uso de la fotogeología en las actividades de exploraciones previas a toda obra de esta índole en la República Mexicana.