

REVISTA **TECNOLOGICA**

Vol. XIV, junio, 1985



MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA
REPUBLICA DE CUBA

Serie: GEOLOGIA, No. 1



MICROFOSILES DE CUBA

Palinomorfos provenientes del núcleo de un pozo perforado en la Sierra de Maraguán, provincia de Camagüey. Con ellos se pudo precisar la edad del miembro EL CAPATAZ, de la formación Saramaguacán (Eoceno Medio). Este grupo de microfósiles se estudia por primera vez en Cuba, con grandes perspectivas para el fechado y el estudio del paleoambiente.



Retimonocolpites sp



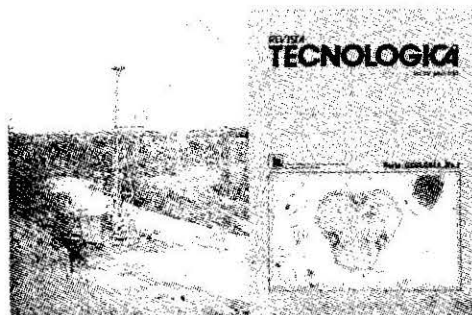
Retipollenites sp



MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA
REPUBLICA DE CUBA

REVISTA TECNOLOGICA

Vol. XV, Geología, No. 1, junio, 1985



PORTADA: Bombacacidites mirabilis ARECES es una nueva especie, cuya descripción es objeto de un trabajo en la revista.

CONTRAPORTADA Equipo de perforación geológica en Santa Luefa. Pinar del Río, Cuba.

SUMARIO

SUMMARY

Una nueva especie de Bombacacidites couper emend. Krutzsch del eoceno medio de Cuba.

New species of Bombacacidites couper emend. Krutzsch of the middle eocene in Cuba.

Lic. Alberto E. Areces Mallea

3

Acerca de la bioestratigrafía del límite entre los depósitos del paleoceno-eoceno inferior (formaciones Alkázar y Capdevila) en la provincia Ciudad de La Habana.

Biostratigraphy of the limit between paleocene-lower eocene sediments (Alkazar and Capdevila formations) in Havana City Province.

Lic. Emilio Flores Albin y Lic. Gena Fernández

8

Sobre la posición estratigráfica en Cuba de la biozona Globorotalia Palmerae Bolli 1957 y su importancia en la edad del sobrecorrimiento principal en Cuba Occidental.

Regarding the stratigraphic position in Cuba of the Globorotalia Palmerae Bolli 1957 biozone and its importance in the age of the main overthrust in western Cuba.

Lic. Jorge R. Sánchez y otros.

19

Complejos litológicos del extremo noroccidental de Cuba y sus implicaciones estratigráficas de acuerdo con los datos de las perforaciones profundas.

Lithological complexes on the north western end of Cuba and their stratigraphic implications as per data obtained in deep bore-holes.

Rafael Segura Soto, DrSc y otros.

32

<p>Mapa tectónico de Cuba, escala 1:500 000 Tectonic map of Cuba, 1:500 000 scale</p> <p>V. S. Shein; K. A. Kleschov y otros</p>	37
<p>Desciframiento de las fotos aéreas para la búsqueda de minerales útiles en Cuba. Deciphering of aerial photographs towards finding useful ores in Cuba.</p> <p>Ing. Carbeni Capote y otros.</p>	40
<p>Explotación de yacimientos de cromo refractario en la República de Cuba. Mining of chrome ore bearing deposits in the Republic of Cuba.</p> <p>Ing. Orestes Santana Maurell, CSc.</p>	47
<p>El yacimiento de bauxitas "Pan de Guajaibón" en la Isla de Cuba. "Pan de Guajaibón" bauxites in Cuba.</p> <p>Ing. Nyls A. Ponce Sevane, Danilok L. y otros.</p>	51
<p>Las rocas zeolíticas en Cuba Occidental. Zeolitic rocks in western Cuba</p> <p>Ing. Amella Brito Rojas, CSc. e Ing. Denis F. Coutin Correa CSc.</p>	61
<p>Recuperación de zonas devastadas por los trabajos mineros. Su importancia, necesidad, características y forma para su ejecución. Reclaiming of zones lain waste by mining operations. Importance, necessity, characteristic and method of performance.</p> <p>Ing. Arturo Pous Alvarez</p>	69
ABSTRACTS	77
РЕФЕРАТЫ	79

 <p>Editada por el Centro Nacional de Información Científico-Técnica del Ministerio de la Industria Básica</p>	<p>CONSEJO TÉCNICO ASESOR: Ricardo Pérez Montero Angel Rodríguez Kenda Amella Brito Rojas Gustavo Ferrazola Bermúdez Jorge Sánchez Arango Nils Ponce Sevane</p> <p>DISEÑO Y EMPLANE: Plácido Gómex Madruga</p> <p>FOTOGRAFÍA: Jesús Olivera Salabarría</p> <p>REDACCION: Ministerio de la Industria Básica Avenida Salvador Allende No. 668 Zona Postal Habana 3 Ciudad de La Habana, Cuba Teléfono 79-6676 Telex 511-183</p>	<p>● Se desea el cambio con publicaciones con- géneres.</p> <p>● On accepts the changes with the publica- tions congeneres.</p> <p>● Exchange with similar publications is de- sired.</p> <p>● Si desidera il cambio colla pubblicazioni congeneri.</p> <p>● Acaifam-se permutas con publicacao con- gena.</p> <p>● Wir bitten um austausch ähnlichen fachzeitsch- riften.</p> <p>Impresa en el Taller 01 de la Empresa Poli- gráfica "Osvaldo Sánchez" Ministerio de Cultura</p> <p>Solicitada la inscripción en la Administración de Correos de Ciudad de La Habana.</p>
<p>Revista Tecnológica Geología es continuación en parte de REVISTA TECNOLOGICA</p> <p>DIRECTOR: Francisco Valdés García</p> <p>REDACTOR PRINCIPAL: Rafael Pérez Vega</p> <p>CONSEJO DE REDACCION: Juana Rosa González Galguera Elsa Lam García Mario Chapottin Barco Teresa Pedraza de los Ramos Aida Chiu Silva Zenaida Morales González</p>		

Una nueva especie de *Bombacacidites* *côuper* emend. Krutzsch del eoceno medio de Cuba

Lic. Alberto E. Areces Mallea*

RESUMEN

Se describe una nueva especie de *Bombacacidites* de la formación Saramaguacán, en la Sierra de Maraguán, Cuba centro-oriental. Difiere de sus parientes más próximos *B. annae*; *B. annaeoides*; *B. nacimientoensis* y los tipos venezolanos 24 y 25 de Norem, en el ámbito sinuaperturado y la reticulación de la exina, mucho más fina. La formación Saramaguacán consiste mayormente de calizas biogénicas y series alternantes de calizas y margas de edad Eoceno Medio-Superior. La muestra, proveniente del testimonio de un pozo, es una marga que contiene abundantes ostrácodos de agua salobre, y una rica flora palinológica aún en estudio. Se ofrece una síntesis histórica del descubrimiento y el tratamiento de las especies más conocidas de *Bombacacidites*.

Introducción

Las *Bombacaceae* constituyen un interesante grupo de antofitas arbóreas de relativa antigüedad, mucho más ampliamente distribuidas durante el Terciario que en los tiempos actuales. Estas plantas se encuentran hoy día restringidas a las regiones cálidas del mundo, especialmente las del Neotrópico y los subtrópicos americanos, de donde se conoce el mayor número de *taxa* autóctonos. La distribución geográfica de algunos géneros vivientes como *Adansonia* L., en África-Madagascar-Australia, o *Bombax* L., típicamente paleotropical, e in-

cluso especies como *Ceiba pentadra* (L.) Gaertn., en casi todos los trópicos del planeta, permite suponer que este grupo ya se había establecido antes de que la apertura de los rifts Atlántico y Noreste dislocara el supercontinente Mesozoico, formando barreras efectivas contra la migración.

La familia se conoce en estado fósil. Los restos de flores relativamente bien conservadas (*Bombax sepultiflora* Sap.) del Oligoceno del sur de Francia, y las impresiones de hojas halladas en otros lugares de Europa (Oligoceno de Siebengebirges; Mioceno Inferior de Mainz-Kastel; Mioceno Superior de Ohningen) nos hablan de la presencia de

* Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo del Centro, MINBAS

este grupo termófilo en el viejo continente, durante el Terciario. También se han encontrado restos (*Bombax* L.; *Hampea* Schlecht.) en Norte y Sur América, y en Australia (Gothan *et* Weyland, 1964).

Los granos de polen de las *Bombacaceae* han sido registrados en muchos depósitos Cenozoicos, tanto del Viejo Mundo como del Nuevo. Algunos se conocen desde hace más de 40 años. Actualmente se considera a la familia uno de los más importantes componentes de la palinología estratigráfica, muy en especial la suramericana.

El descubrimiento de una nueva especie de *Bombacacidites* en el Eoceno de Cuba incrementa el número conocido de ellas en el área del Caribe y la Costa del Golfo de México; su relativa abundancia en las muestras analizadas y su fácil caracterización, prevén para este *taxon* un lugar en la estratigrafía de nuestro Paleógeno continental.

2. Estudios palinológicos previos

Las primeras descripciones y microfotografías del polen fósil de las *Bombacaceae* corresponden a restos hallados en Brasil (Thiergart, 1940). Estos microfósiles fueron al principio confundidos con granos de las *Tiliaceae* (grupo *Tilia*), una familia relativamente afín.

Los primeros reportes en Europa Central son de Krutzsch (1957), en el intervalo Eoceno Superior-Oligoceno Inferior (grupo *Kettingensis*). Posteriormente, Couper (1960) propuso un género (*Bombacacidites*) para designar una especie de Nueva Zelanda aún desconocida (*B. bombaxoides*), con un rango extendido entre el Oligoceno Inferior y el Mioceno, o Plioceno Inferior⁽¹⁾. En ese mismo año Anderson (1960) describió granos de *Bombacaceae* en Norteamérica, en la depresión de San Juan, Nuevo México.

En Suramérica ya V. D. Hammen (1954) había descrito un palinomorfo (*Tricolporites annae*) del Paleoceno de Colombia, emparentando con las actuales *Bombacaceae*. Un año más tarde Norem (1955) reportaba dos más (tipos 24 y 25) en Venezuela, en horizontes Eocénico, sin llegar a determinarlos.

En 1963 V. D. Hammen volvía a reportar polen de *Bombacaceae*, esta vez en Guyana, en sedimentos Cuaternarios. Poco después V. D. Hammen *et* García (1966) recombinaron al género-forma *Retitricolporites* V. D. H. el *T. annae* descubierto en Colombia en 1954, describiendo además un nuevo *taxon* (*R. annaeoides*), también en depósitos Paleocénicos. Estos autores señalaron la necesidad de distinguir de las demás especies de *Retitricolporites*, tanto a la recombinada *R. annae* como a la recién descrita *R. annaeoides*.

Para designarlas fue sugerido un género (*Bombacites*) con una etimología alusiva a su natural afinidad con las *Bombacaceae* (V. D. Hammen *et* García, *op. cit.*). En este tiempo Boer *et al.* (1965) reportaban polen de la familia en los núcleos de un pozo de Marajó, en el delta del Amazonas, Brasil, en depósitos Eocénicos.

El género *Bombacites* V.D.H. *et* García no tuvo general aceptación. Como designaba al mismo grupo para el que *Bombacacidites* Couper había sido propuesto con prioridad, tenía que ser rechazado. En realidad nunca fue intencionalmente publicado como nuevo *taxón*, lo cual por sí solo bastaba para cuestionar su legitimidad. Las especies del Paleoceno colombiano se nombrarían, en los sucesivos, bajo el antiguo género de Couper.

En 1966 Leidelmeyer reporta *B. annaeoides* en Guyana. Simultáneamente Tsukada (1966) descubre polen de *Bombax* en los depósitos recientes del lago Potenzil, en Guatemala.

Dos años más tarde Elsik (1968) encontraba en el lignito Paleocénico de Texas, E.U., la misma especie que Anderson (*op. cit.*) describiera en Nuevo México, recombinándola a *Bombacacidites nacimientoensis* (Anderson) Elsik. Poco después Krutzsch (1970) enmendó el género *Bombacacidites*, para quedar en su forma actual.

En el Eoceno Inferior-Medio de Colombia González (1967) describió un *Retitricolporites* (*R. saskiae*), quizás emparentado (?) con las *Bombacaceae*. Graham *et* Jarzen (1969) hallaron en el Oligoceno de Puerto Rico granos de esta familia, los que relacionaron con el género viviente *Bombax* L., sin describirlos. Poco después, Tschudy *et* Loenen (1970) mencionaron el hallazgo de un *Bombacacidites* en el Eoceno Superior de Mississippi, E.U. Frederiksen (1980) lo cita como *B. nacimientoensis*. A juzgar por las determinaciones de Frederiksen (*op. cit.*) en otros lugares de Mississippi y Alabama occidental (grupo Jackson), la especie debió frecuentar la costa del Golfo en Norteamérica, en las postrimerías del Eoceno.

En sedimentos más recientes, Bartlett *et* Barghoorn (1973) hallaron un considerable número de *Bombacaceae* (8 géneros vivientes y uno dudoso ¿*Matisia*?) en la depresión de Gatún, Panamá.

Como habrá podido apreciarse, la incidencia de *Bombacaceae* en las palinofloras americanas es particularmente frecuente en el área que comprende la costa del Golfo de México, Centroamérica y el norte de Suramérica.

El polen de las *Bombacaceae* vivientes ha sido mayormente estudiado por Erdtman (1952), Chadeaud (1955), Nair (1962), Robyns (1963a, 1963b) y Tsukada (1964).

3. Materiales y métodos

Se procesaron 100 g de una muestra de marga calcárea correspondiente al miembro «El Capataz»,

(1) *B. bombaxoides* Couper es muy similar al polen de *Bombax album* (Lodd). Back, una especie viviente (Tsukada 1964).

de la formación Saramaguacán, en la provincia de Camagüey. Con objeto de disolver la matriz carbonatada se utilizó HCl al 10 % y para eliminar el componente silíceo HF 40 % en caliente. El residuo orgánico fue oxidado con reactivo de Schultze y el complejo húmico resultante dispersado con KOH al 10 % y eliminado por decantación. Los palinomorfos se recuperaron por flotación en una solución de $ZnCl_2$ (p.e. 1,96); se tiñeron con Safranina O, y montaron en gelatina glicerizada para su estudio. Las mediciones se realizaron con graticula ocular a 1,600 diámetros con un objetivo Zeiss apocromático 100 x/1,32 en un microscopio LOMO MBI-15, donde las coordenadas del centro de un portaobjeto estandar de 25,4-76,2 mm corresponden a los valores de 19,4-85,6 en la escala milimétrica. Las microfotografías se tomaron a 100 x con proyectivo k 7x en película ORWO NP-15.

4. Descripción

BOMBACACIDITES, COUPER 1960 emend.

KRUTZSCH 1970

BOMBACACIDITES MIRABILIS,

ARECES spec. nov.

Granos peroblados, 3-zonocolporados NPC 345, de 35-54 μm de diámetro ecuatorial (holotipo 53 μm ; media 42 μm) y aproximadamente 10 μm de diámetro polar; ámbito sinuado (sinuaperturado), a veces sinuado-triangular, los ángulos interaperturales anchamente redondeados. *Exina*, de hasta 2,5 μm en los apocolpios y las zonas próximas a las aberturas germinales, adelgazando gradualmente hasta 1,5 μm en las áreas redondeadas interaperturales; *ektexina* aproximadamente de doble grosor que la *endexina*, más o menos reticulado-rugulada en los apocolpios proximales y distales, hasta microreticulada en los ángulos mesocolpiales; crestas de los apocolpios de 0,8 μm , con frecuencia no discernibles, simplibaculadas; mallas del retículo (*brochi*) de las áreas

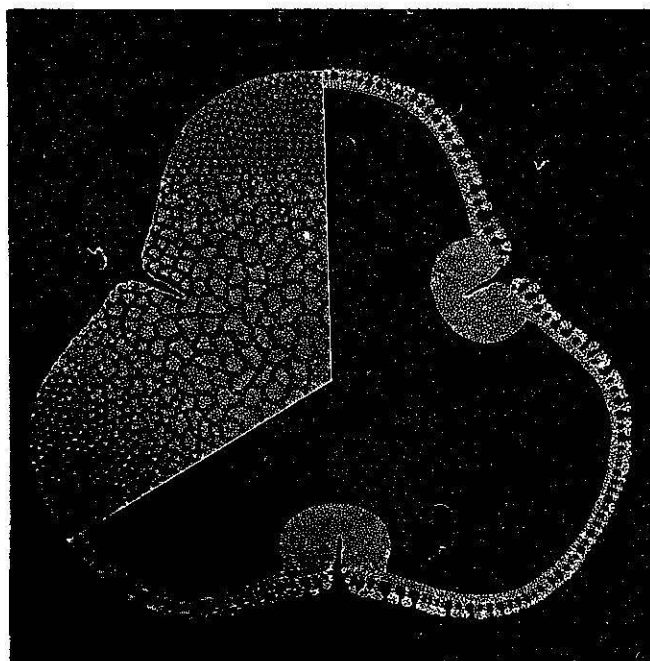
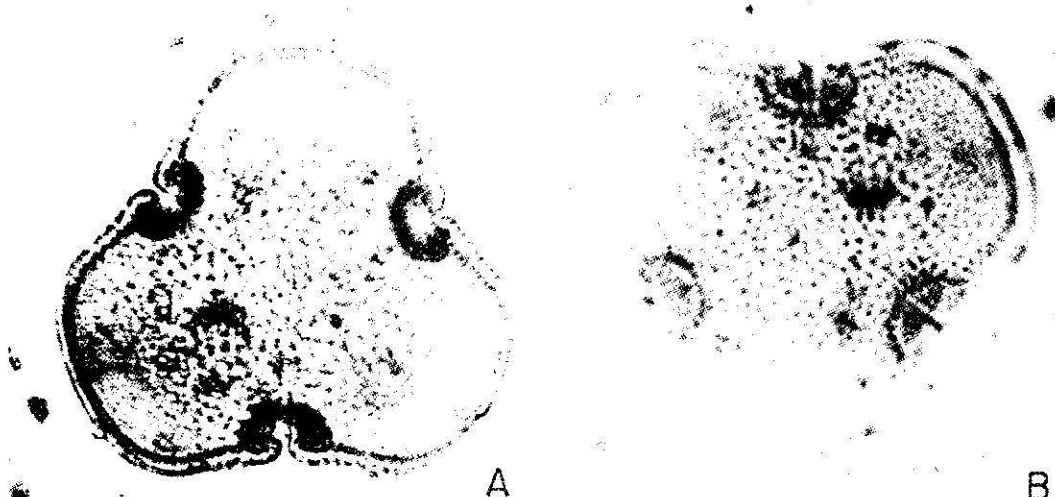


Fig. 2. *B. Mirabilis spect. nov.* Dibujo.

interaperturales muy pequeñas, de alrededor de 0,5 μm de diámetro; *endexina* bruscamente engrosada a 4-5 μm en las aberturas. Colpos poco extendidos.

Holotipo: Figs. 1 y 2, preparación 2,16, coordenadas 16,7-84,8, Sierra de Maraguán, 2,5 km al N del camino entre Guanábana y Sibanicú, provincia de Camagüey (x:413 500; Y: 297 250, hoja cartográfica Sibanicú 1: 25 000). Testigo de un pozo, 20 m de profundidad.

Obs. *B. mirabilis* se distingue sustancialmente de sus más cercanos congéneres *B. nacimientoensis* (planaperturado); *B. annae* y *B. annaeoides* (subredondeado), y de los tipos 24 y 25 de Norem (*op. cit.*), por el ámbito sinuaperturado y los apocolpios y zonas inmediatas finamente reticuladoruguladas.



LEYENDA:

Fig. 1. *B. Mirabilis spect. nov.*
Microfotografía del Holotipo.

a) Sección óptica;
b) Superficie

Las menudas crestas apocolpiales, con frecuencia atenuadas hasta hacerse indistinguibles, o apenas, contrastan con los bastos retículos que caracterizan a la mayoría de las especies del género; los colpos poco extendidos de *B. mirabilis* constituyen un carácter diagnóstico adicional capaz de separarlo, si bien menos categóricamente, de los tipos planaperturados más cercanos.

5. Estratigrafía

La muestra procesada corresponde a la formación Saramaguacán Kozary 1956 *emend.* Ianev 1981. Esta unidad yace sobre la formación Maraguan del Eoceno Medio, y a su vez es cubierta por el Mioceno (formación Magantilla). Según Ianev (1981) Saramaguacán se separa en 4 miembros por la litología: *Guanábana*, el más inferior, con una estructura tubular alternante de calizas y margas; *El Capataz*, con calizas de color blanquecino o beige, de estratificación media o gruesa y masiva, e intercalaciones de margas; *Santa Rosa*, con calizas y margas alternantes de estratificación fina hasta media, y a veces lenticular, con capas predominantemente margosas en la parte superior; y *San Jacinto*, con margas, arcillas, pocas calizas, areniscas y aleurolitas, alternando. La caliza margosa de donde proviene la muestra procede de el miembro El Capataz.

El registro fosilífero de la formación - no demasiado concluyente - nos indica que su edad está comprendida entre los límites del Eoceno Medio y el Oligoceno. Ianev (1981) considera que tiene fundamentalmente edad Eoceno Superior.

La existencia de *Nummulites floridensis* Heilprin (foraminífero del Eoceno Medio tardío - Eoceno Superior) en la sección tipo del miembro El Capataz, no excluye la posibilidad de que éste

baje al Eoceno Medio, máxime cuando este mismo *taxon* fue reportado en el siguiente miembro (*Santa Rosa*), y *Ranikothalia (Nummulites) bernudezi* (especie del Paleoceno-Eoceno Medio) en el más superior de éstos, el miembro San Jacinto (Ianev y colaboradores, 1981).

El criterio de que a El Capataz pueda atribuirse una edad Eoceno Medio, al menos en parte, se ve ahora reforzado por algunas significativas homologías entre la Flora palinológica de la formación colombiana de Mirador (Eoceno Inferior-Medio) y la de Saramaguacán, de la que *Bombacacidites mirabilis* spec. nov. forma parte. Tales homologías serán objeto de un próximo trabajo.

De las secuencias del miembro El Capataz se infiere que en algunos lugares aislados de la cuenca se acumularon sedimentos de aguas poco profundas relacionados con la zona epinerítica, hasta el sublitoral y el litoral. Tales depósitos tienen frecuentemente carácter biohérico, y a veces forman promontorios (Ianev, 1981). Como la muestra de donde se aisló *B. mirabilis* carecía de foraminíferos, por contraste con la gran abundancia de ostrácodos de aguas salobres (*Neocyprideis* sp.), puede suponerse que en el borde de la antigua cuenca (margen continental) llegaron a formarse albuferas y lagunas litorales beneficiadas por constantes aportes dulciacuícolas.

Reconocimiento

Quedamos muy agradecidos a M. Iturralde-Vinent, quien gentilmente puso a nuestra disposición la muestra estudiada y nos asistió con sus útiles consejos; a G. Furrázola Bermúdez y J. Sánchez Arango por la ayuda brindada en la realización de este trabajo, y por sus oportunas sugerencias y la crítica revisión del manuscrito, y A. J. González por la esmerada mecanografía y presentación de la versión final.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ANDERSON, R. Y. *Cretaceous-Tertiary palynology, eastern side of the San Juan basin, New Mexico*. New Mexico Bur. Mines and Mineral Resources Mem., p: 1-58, 1960.
- [2] BARTELETT, A. S.; BARGHOORN, E. S. *Phytogeographic History of the Isthmus of Panama during the Past 12,000 years. En Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America*. A. Graham ed., Elsevier, Amsterdam, pp. 203-299, 1973.

- [3] CAHDEFAUD, M. *Remarques sur quelques pollens de plantes tropicales particulièrement intéressantes des points de vue palynologique ou systématique*. Rev. Gén. Bot., 62: 641-660, 1955.
- [4] COUPER, R. A. *New Zealand Mesozoic and Cainozoic plant microfossils*. N. Z. Geol. Sur. Paleont. Bull., 32: 1-88, 1960.
- [5] DE BOER, N. P.; VAN DER HAMMEN, T.; WYMSTRA, T. A. *A Palynological study on the age of some borehole samples from the Amazonas delta area, NW Brazil*. Geol. Mijnb., 44: 254-258, 1965.

- [6] ELSIK, W. C. *Palynology of a Paleocene Rockdale lignite, Milam Country, Texas. II. Pollen et Spores*, 10: 599-664, 1968.
- [7] FREDERIKSEN, N. O. *Sporomorphs from the Jackson Group (Upper Eocene) and Adjacent Strata of Mississippi and Western Alabama*. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 1084: 1-75, 1980.
- [8] FURRAZOLA-BERMUDEZ, G.; SANCHEZ-ARANGO, J. R. Y OTROS. *Nuevo esquema de correlación estratigráfica de las principales formaciones geológicas de Cuba*. La Minería en Cuba, 4 (3): 36-52, 1978.
- [9] GONZALEZ, A. E. *A palynological study on the upper Los Cuervos and Mirador Formations*. Ph. D. Thesis Univ. van Amsterdam. E. J. Brill, Leiden, 68 pp. láms. 1-30, 1967.
- [10] GOTHAN, W.; WEYLAND, H. *Lehrbuch der Paläobotanik*. Akademie Verlag, Berlin, 594, p. 1964.
- [11] GRAHAM, A.; JARZEN, D. M. *Studies in Neotropical Paleobotany. I. The Oligocene communities of Puerto Rico*. Ann. Mo. Bot. Gard., 56: 308-357, 1969.
- [12] IANEV, S. *Formación Saramaguacán*. En E. BEL-MUSTAKOV et al. *Geología del territorio Ciego-Camagüey-Las Tunas* (inédito). Archivos Fondo Geológico, 1981.
- [13] KOZARY, M. T. *Notes on the geology of the Camagüey Puerto Padre area for aerial photographic studies*. Geol. Rep. 21 (inédito). Archivos Fondo Geológico, 1956.
- [14] KRUTZSCH, W. *Sporen — und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung*. Zeit. f. Angewand. Geol., 11-12: 509-548, 1957.
- [15] ————. *Einige neue Pollenformen aus den Familien der Tiliaceen; Bombacaceen und Sterculiaceen aus mitteleuropäischen Alttertiär*. Jahrb. Geologie, 3: 275-307 (citado por Frederiksen, 1980), 1970.
- [16] LEIDELMEYER, P. *The paleocene and lower Eocene pollen Flora of Guyana*. Leidse Geol. Meded., 38: 49-70, 1966.
- [17] NATR, P. K. K. *Pollen grains of Indian Plants. III. Malveceae and Bombacaceae*. Bull. Nat. Bot. Gard., 63: 9-30, 1962.
- [18] ROBYNS, A. *Contribution a l'étude monographique du genre Bombax s. l. Grana Palyn.*, 4: 73-79, 1963 a.
- [19] ————. *Essai de Monographie du genre Bombax s. l. (Bombacaceae)*. Bull. Jard. Bot. L'Etat, Brux. 33 (1-2): 1-315, 1963 b.
- [20] THIERGART, F. *Die Mikropaläontologie als Pollenanalyse im Dienst der Braunkohlenforschung*. Schr. aus dem Gebiete der Brennstoff-Geol., 13: 1-82 (citado por Tsukada, 1964), 1940.
- [21] TSCHUOY, R. H.; VAN LOENE, S. D. *Illustrations of plant microfossils from the Yazoo Clay (Jackson Group, upper Eocene), Mississippi*. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 643-E: 1-5, 1970. Prof. Paper, 643-E: 1-5, 1970.
- [22] TSUKADA, M. *Pollen morphology and identification III. Modern and fossil tropical pollen with emphasis on Bombacaceae: Pollen et Spores*, 6: 393-462, 1964.
- [23] ————. *The pollen sequence. En the history of Laguna de Petenxil, a small lake in northern Guatemala*. Mem. Conn Acad. Arts Sci., 17: 63-66, 1966.
- [24] VAN DER HAMMEN, T. *El desarrollo de la Flora Colombiana en periodos geológicos. I. Maestrichtiano hasta Terciario más inferior*. Bol. Geol. Bogotá, 2: 49-106, 1954.
- [25] ————. *A Palynological study on the Quaternary of British Guiana*. Leidse Geol. Meded., 29: 125-180, 1963.
- [26] VAN DER HAMMEN, T.; GARCÍA DE MUTIS, C. *The Paleocene pollen flora of Colombia*. Leidse Geol. Meded., 35: 105-116, 1965.