

PALINOMORFOS EN LAS ROCAS DE LA FORMACIÓN SAN CAYETANO, PINAR DEL RÍO, CUBA

*Palinomorphae in rocks of San Cayetano Formation,
Pinar del Río, Cuba*

Hernando Dueñas Jiménez¹

Evelio Linares Cala²

Rolando García Sánchez²

E-mail: hdjbioss@yahoo.com

¹Academia Colombiana de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales

²Centro de Investigaciones del Petróleo

RESUMEN

Se presenta una breve reseña de los estudios paleobotánicos realizados en la región y los resultados palinológicos obtenidos recientemente, que sugieren una edad Jurásico Medio para las muestras analizadas, así como ambientes de depósito marino nerítico interno y continentales. Se concluye que los sedimentos analizados no han sufrido los efectos de una elevada alteración térmica.

La presencia de abundante materia orgánica en las muestras inspiró su estudio por el método geoquímico Rock- Eval 6 en el Instituto Francés del Petróleo, el que se dará a conocer próximamente en una publicación de la AAPG. Esto reafirmó pesquisas antecedentes similares con muestras del subsuelo, que caracterizan a la Fm. San Cayetano como portadora de rocas capaces de generar hidrocarburos en condiciones favorables de yacencia. Varios de los palinomorfos recuperados de estos sedimentos corresponden a especies aún no descritas en la bibliografía palinológica.

PALABRAS CLAVE: Jurásico Medio, polen, esporas, dinoflagelados, synrift, palinomorfos.

ABSTRACT

These samples yielded abundant organic matter and palynomorphs of Jurassic (probably Middle Jurassic) age deposited under Inner Neritic and Continental conditions. The preservations and colors of these palynomorphs clearly indicate that these strata had not undergone high thermal alteration. These samples were also analyzed by Geochemical methods and results confirm that the San Cayetano Formation can be considered as hydrocarbon source rock.

It is important to point out, that some of the recovered palynomorphs correspond with species not yet described in the bibliography.

KEY WORDS: Middle Jurassic, pollen, spores, dinoflagellates, synrift, palinomorphae.

INTRODUCCIÓN

Aunque Vachrameev (1966) plantea que en la literatura científica no aparece publicada ninguna descripción e incluso no se había hecho mención del descubrimiento de flora del Jurásico en la isla de Cuba y en el entorno caribeño, hay constancia de que Palmer (1945) ya había notado numerosos restos vegetales en la Fm. San Cayetano, observación que fue reseñada por Hoffstetter y Bermúdez (1959), y por Bermúdez (1961, p.133). Este último propone un origen lacustre para esta unidad, por la gran proliferación de restos de plantas fósiles que observó. Haczewski (1976) cita estudios de polen y esporas mal preservados, realizados por Hoffmeister (1954) en la Fm. San Cayetano.

En la obra *Geología de Cuba*, Furrázola-Bermúdez y otros (1964) dan a conocer los estudios de flora en la Fm. San Cayetano, en muestras colectadas por Vologdin y otros (1963) en el curso superior del río Nombre de Dios, en Pinar del Río, las que fueron determinadas como *Phlebopteris cubensis sp.nov.* por Vachrameev, quien opinaba que era una especie cercana a *Ph. Braunii* revelada desde el Rhetiano hasta el Jurásico Medio en el territorio de Eurasia y Groenlandia. En 1966, Vachrameev presenta una comunicación detallada sobre el primer descubrimiento de flora del Jurásico en Cuba. Señala que, a pesar de

la gran cantidad de impresiones que le fueron entregadas (más de 200), todas representaban fragmentos de frondas estériles y fértiles de una especie de pteridophita *Phlebopteris cubensis* sp. nov., lo cual indicaba que el depósito de estos restos vegetales ocurrió cerca del lugar donde creció esta planta. Probablemente, el hábitat correspondió a la parte litoral de algún pantano o lago. La edad del género *Phlebopteris* se extendió desde el Triásico Superior hasta el Cretácico Superior (Cenomaniano); sin embargo, las formas del Cretácico son diferentes a las del Triásico y Jurásico. Tras varias consideraciones, Vachrameev supuso que la edad de los restos vegetales en rocas de la Fm. San Cayetano era Jurásico Inferior o Medio, cuando *Phlebopteris* alcanzó su máximo desarrollo, con mayor variedad de géneros y amplia distribución. En la descripción de la especie del holotipo del río Nombre de Dios, precisó la edad como la parte inferior del Jurásico Medio y dedujo que la especie *Phlebopteris polypodoides* era la que más se parecía a *Ph. cubensis*.

En 1976, Haczewski, en dos de las nueve facies que reconoció en la Fm. San Cayetano (facies G y H), describió acumulaciones de detritos vegetales en las capas arcillosas, principalmente en aquéllas de color negro, laminadas, de la facies H.

Segura-Soto y Areces-Mallea (1990), en el V Congreso Latinoamericano de Botánica, presentaron una ponencia sobre la verdadera identidad del *Phlebopteris* (PTEROPHYTA: MATONIACEAE) del Jurásico en Cuba occidental. La posición sistemática del helecho fósil *Phlebopteris cubensis*, descrito como especie local en rocas jurásicas de Pinar del Río, fue discutida argumentando la segregación de *Phlebopteris* a otro género afín de las *Matoniaceae* (*Piazopteris*), e identificada con la especie *Piazopteris branneri*, conocida en el Jurásico Inferior de México desde 1914. Entonces, los autores consideraron *Phlebopteris cubensis* superfluo desde el punto de vista de la nomenclatura y, por este motivo, pasó a la sinonimia de *Ph. branneri*.

Años más tarde, Areces-Mallea (1992a, 1992b) amplía la información en dos publicaciones, lo que permitió analizar la correlación entre la Fm. San Cayetano y sus equivalentes jurásicas de la región de México y Centroamérica, con sólidos argumentos paleontológicos.

Los únicos estudios de muestras de la Fm. San Cayetano, tomadas en la profundidad, datan de 1987. Areces-Mallea, en un reporte inédito sobre estudios palinológicos en el Pozo Los Arroyos 1 (Fig. 1), zona de Mantua en Pinar del Río, resaltó la abundancia de

materia orgánica en varios núcleos cortados en la Fm. San Cayetano, entre los 3 678 - 4 883 metros, además de los palinomorfos: *Circulina* cf. *C. granifer*, *Biretisporites* sp., *Inaperturisporites* spp., *Pluricellasporites* sp., *Inaperturispollenites* sp., *Classopollis classoides* s. lat., *Inaperturispollenites* cf. *varians*, *Cycadopites* sp. El referido autor observó muchos restos de tejidos de plantas terrestres (colénquima no angular con punteaduras, radios medulares y fibrotraquideas areoladas de la madera de una conífera de tipo no araucaricidae, artículas epidérmicas y tricomas). A la profundidad de entre 4 881-4 883 metros, encontró fibrotraquideas areoladas uniseriadas, con punteaduras bordeadas, probablemente pertenecientes a la madera de una conífera de transición (*Protopinaceae*) y abundante materia orgánica pardusca de tipo húmico.

El mismo investigador relacionó algunos horizontes de la Fm. San Cayetano con la edad Jurásico Inferior, de acuerdo con estudios palinológicos. Los argumentos para tal edad los resume así:

- Completa ausencia de polen de angiospermas.
- Presencia de varias especies de *Cycadopites* a las profundidades entre 3 678,5 - 3 679,43 metros, núcleo no. 31.
- Presencia de *Circulina granulada* en el núcleo no. 45 (4 459-4 462, 3 m), especie sólo conocida en el Triásico en Europa y que restringe su tope al Jurásico Inferior.
- Presencia de varios Taxa que descienden al Triásico Superior en el núcleo no. 34 (3 824-3 826, 2 m) y, sobre todo, en el núcleo no. 51 (4 881-4 883,3 m). No descarta que la secuencia baje al Rhético. Esto se refiere a *Classopollis classoides*, a *Inaperturopollenites varians* (especie sólo conocida en el Rhético-Liásico).
- Presencia de fibrotraquideas areoladas uniseriadas de finales del Paleozoico y Mesozoico Inferior.

En los últimos años, los autores de este trabajo han investigado la parte alta del Dominio Paleogeográfico del Synrift (DPS), y han colectado muestras en los alrededores de los poblados Cinco Pesos y Minas de Matahambre, en la provincia de Pinar del Río (Dueñas y Linares, 2001). Este artículo muestra los resultados palinológicos obtenidos.

Como Dominio Paleogeográfico (DP) se considera aquella región de la superficie terrestre de dimensiones considerables en el presente o pasado geológico, individualizada por un asentamiento geodinámico de una tectónica de placas (Longoria, 1993).

Se conoce que durante el Triásico Tardío y parte baja del Jurásico Superior (Tabla 1), como resultado de los episodios de apertura, se desarrollaron en la región Caribe-Norteamericana cuencas semigrabens que controlaban la sedimentación siliciclástica en ambientes desde continentales hasta deltaicos (Benson *et. al.*, 1997). Las primitivas cuencas devinieron conectadas al océano, como se deduce de las calizas de ambiente nerítico en la fase más tardía de su desarrollo (Linares, 2002). El conjunto de rocas terrígenas arenoso-arcillosas más conocido se agrupa, en el occidente de Cuba, en la Formación San Cayetano cuyos sedimentos derivaron de una fuente de naturaleza siálica (Linares y otros, 1984; Cobiella-Reguera y otros, 1997). Esta formación aflora ampliamente en la Sierra de los Órganos y, en menor proporción, en la Sierra del Rosario.

La importancia de estudiar los palinomorfos y otros fósiles en la parte alta de la formación, radica en que ellos pueden ofrecer información sobre el fin del DPS y el comienzo del episodio de deriva con la presencia de organismos marinos, lo que es importante para proponer los modelos de la evolución geodinámica de la región Caribe-Norteamericana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron tres muestras en la parte superior de la Fm. San Cayetano (dos al sur de la localidad Cinco Pesos y una en las cercanías de Matahambre), provincia de Pinar del Río (Fig. 2), con el objetivo de determinar la edad y ambiente de sedimentación de estas rocas. La sección del sur de Cinco Pesos consiste en una secuencia finamente estratificada con ritmicidad en sus capas (Fig. 3), constituidas por areniscas cuarcíferas, aleurolíticas, de granos finos a medios, y argilitas. Las areniscas cuarcíferas son gradacionales, aunque las capas más gruesas consisten en areniscas aleurolíticas donde abundan los detritos vegetales y escamas de mica. Las partes arcillosas de las capas están laminadas, son de color negro y ricas en palinomorfos. De ellas se obtuvieron las muestras que se describirán con posterioridad. Las muestras fueron preparadas siguiendo técnicas palinológicas convencionales, que incluyen la eliminación de silicatos con ácido fluorhídrico, eliminación de carbonatos con ácido clorhídrico y separación por densidad utilizando cloruro de zinc (2:1). La materia orgánica flotante fue posteriormente filtrada para eliminar partículas de tamaños inferiores a los 10 micrones. El residuo retenido por el filtro de 10 micrones fue montado sobre cubreobjetos y luego fijado a placas portaobjetos para su análisis.

RESULTADOS

Descripción de las muestras

Muestra EL-111-20-A. Localidad sur de Cinco Pesos (Fig. 4). Argilitas negras. Edad: probablemente Jurásico Medio. Ambiente de depósito marino, nerítico interno a transicional. Gran aporte de material terrígeno. Buen recobro de palinomorfos y de materia orgánica.

Muestra EL-111-20-B. Localidad sur de Cinco Pesos. Argilitas algo arenosas, violáceas. Edad: Jurásico Medio. Ambiente de depósito continental. Muy pobre recuperación de materia orgánica.

Muestra EL-144-20. Localidad La Yuquilla, Matahambre (Fig. 5). Argilitas negras. Edad: probablemente Jurásico Inferior – Medio. Ambiente de depósito probablemente continental. Muy abundante recobro de materia orgánica que ha sufrido gran alteración térmica (diagénesis y/o débil metamorfismo). Presencia de palinomorfos no identificables.

Determinaciones palinológicas

Muestra EL-111-20-A

Palinomorfos terrestres

La asociación de palinomorfos recuperada de estos sedimentos es muy variada, y se destaca el predominio de *Gymnospermas* de tamaño pequeño. La presencia de *Bisaccates* se restringe a dos granos de *Alisporites*. La presencia de dinoflagelados es relativamente baja, así como su diversidad. Dentro de los palinomorfos recuperados, se presentan formas que probablemente corresponden a nuevas especies. Algunos de los palinomorfos de las muestras 111-20-A y 111-20-B se muestran en las figuras 6 y 7.

Desde el punto de vista regional, la asociación palinológica recuperada es similar a la palinoflora reportada del norte de África.

ESPORAS TRILETES

Leptolepidites major

Cyathidites minor

Todisporites minor

Cicatricosisporites cf. reticicatricosus

Cicatricosisporites australis

Leptolepidites spp.

Cyathidites spp.

Zebrasporites spp.

Perotrilites spp.

CIRCUMPOLLES

Classopollis group

Duplicisporites cf. kedangensis

Exesipollenites group
Classopollis classoides
Spheripollenites cf. granulatus
Duplicisporites spp.

OTROS

Cycadopites striate
Cycadopites spp.
Equisetosporites spp.
Eucommidites spp.
Alisporites spp.
Araucariacites australis
Inaperturopollenites spp.
Marattisporites "gemmatum"
 Formas no clasificadas

Palinomorfos marinos

Sentusidinium cf. echinatum
Sentusidinium spp.
Cf. Lithodinia spp.
Cf. Mancodinium spp.
Gongylocladus cf. hocneratum
Cf. Gonyaulacista spp.
Cf. Chytroeisphaeridia spp.
Cf. Meiourogonyalax sp.
Cf. Kallosphaeridium spp.

Dinoflagelados

No clasificables

Suma palinomorfos

(dos preparaciones) 163.

Los palinomorfos terrestres presentan buena preservación, lo que no es así en el caso de los dinoflagelados. El buen recobro de materia orgánica de esta muestra, unido a la preservación de los palinomorfos recuperados, es indicativo de que estos sedimentos no sufrieron los efectos de una diagénesis elevada.

Teniendo en cuenta la asociación de palinomorfos recuperada, se asigna a estos sedimentos una edad Jurásico Medio. La presencia de dinoflagelados es indicativa de ambientes de deposición marinos, aunque la materia orgánica recuperada es predominantemente continental, lo cual sugiere que los sedimentos se depositaron en ambientes cercanos a la línea de costa (neríticos internos).

Como se ha comprobado por estudios geoquímicos (Moretti *et al.*, en prensa) en muestras superficiales y de pozos del norte de Pinar del Río, la Fm. San Cayetano tiene rocas madre que, en condiciones favorables, pudieron generar hidrocarburos líquidos y gaseosos. Así, a modo de ejemplo, se tienen los siguientes valores de Carbono Orgánico Total (COT) (en %) de la Estación EL-111-20-A: 1,93; 1,19; 1,23; 1,03. Estudios

recientes de iguales rocas de la Fm. San Cayetano, en la región de Guane, reportaron valores de 7,61; 5,82; 4,78; 3,94 (Moretti *et al.*, en prensa).

Muestra EL-111-20-B

Palinomorfos terrestres

Pobre recobro de palinomorfos y de materia orgánica se obtuvo de estos sedimentos. Se destaca la presencia de material de aspecto resinoso. Los palinomorfos presentan buena preservación, lo cual sugiere que estos sedimentos no sufrieron diagénesis elevada. La asociación palinológica se encuentra dominada por *esporas triletes*. Teniendo en cuenta el recobro de palinomorfos, se asigna a estos sedimentos una edad Jurásico Medio y un ambiente de depósito continental (Fig. 7).

ESPORAS TRILETES

Leptolepidites major
Cyathidites minor
Concavisporites sp.
Deltaidospora sp.
Verrutritetes sp.
Retitritetes sp.
Cyathidites spp.
Leptolepidites spp.

CIRCUMPOLLES

Classopollis group
Spheripollenites spp.
Grupo Duplicisporites

OTROS

Cycadopites sp.
Araucariacites australis
Marattisporites "gemmatum"

Suma palinomorfos

(una preparación) 22.

Muestra EL-144-20

De esta muestra se obtuvo un muy buen recobro de materia orgánica carbonizada (charcoal), así como palinomorfos muy alterados por efectos térmicos (diagénesis y/o débil metamorfismo), lo cual impide su clasificación. La edad Jurásico Medio que se asigna a estos sedimentos se basa en consideraciones estratigráficas y está fundamentada en la posición de estos mantos en la región, bajo los sedimentos de la Formación Pan de Azúcar de edad Oxfordiano (ver Tabla 1).

CONCLUSIONES

- Se precisa la edad Jurásico Medio para la parte alta de la Formación San Cayetano mediante palino-

morfos. Anteriormente, se dataron algunos horizontes de la Fm. San Cayetano como Jurásico Inferior o Jurásico Inferior- Medio.

- Los estudios de materia orgánica en la parte alta de la Fm. San Cayetano, mostraron valores estables de Carbono Orgánico Total (COT) entre 1-7 %, lo que permite catalogar estos horizontes como rocas madre capaces de generar hidrocarburos en condiciones favorables de yacencia.
- Los afloramientos de mejores resultados palinológicos y geoquímicos se sitúan al sur de la vecindad de Cinco Pesos (actualmente Ciro Redondo), área estudiada por Haczewski (1976), como facies H de la Fm. San Cayetano, y se corresponden con el techo de la Fm. San Cayetano en su transición a la Fm. Francisco.
- Desde el punto de vista regional, la asociación palinológica recuperada es similar a la palinoflora reportada del norte de África.
- Se presentan formas de palinomorfos que actualmente se están estudiando y que con mucha probabilidad corresponden a nuevas especies.
- La presencia de dinoflagelados evidencia ambientes de deposición marinos al final de la deposición de la Fm. San Cayetano, cuestión importante para proponer modelos de la evolución geodinámica de la región Caribe- Norteamericana.

AGRADECIMIENTOS

A los doctores Gustavo Furrázola Bermúdez y Rafael Segura Soto, del Instituto de Geología y Paleontología, y del Centro de Investigaciones del Petróleo, respectivamente, por sus valiosas sugerencias y revisión del original.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARECES-MALLEA, A. E.: "Un nuevo nombre para el Helecho Matoniáceo (*Piazopteris branneri*) del Jurásico de Pinar del Río, Fm. San Cayetano", *Ciencias de la Tierra y del Espacio*. 19 :121-127, 1992a.
- : "Alcance paleontobiogeográfico de *Piazopteris branneri* (White) Lorch en Cuba", *Ciencias de la Tierra y del Espacio*. 20 : 99-105, 1992b.
- BENSON, D. J., E. A. MANCINI, R. H. GROSHONG, J. H. FANG, L. M. PULTZ Y E. S. CARLSON: *Petroleum Geology of Appleton Field, Escambia County, Alabama: Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions*, vol. XLVIII pp. 35-42, 1997.
- BERMÚDEZ, P. J.: *Las formaciones geológicas de Cuba*, 177 pp., Editorial Ministerio de Industrias, Instituto Cubano de Recursos Minerales, La Habana, 1961.
- COBIELLA-REGUERA, J. L., A. HERNÁNDEZ, N. DÍAZ Y P. PÉREZ: "Estudio de algunas areniscas de las Formaciones San

- Cayetano y Polier, Sierra del Rosario, Cuba Occidental", *Minería y Geología*, XIV (3):59-68, 1997.
- DUEÑAS, H. Y E. LINARES: "Proyecto Synrift Cuba. Asociaciones Palinológicas de Muestras de la Fm. San Cayetano" (Inédito): O-1674, Archivo del CEINPET, La Habana, 2001.
- FURRAZOLA-BERMÚDEZ, G., K. JUDOLEY, M. MIJAILOVSKAYA, Y., MIROLIUBOV, I., NOVOJATSKY, A. NÚÑEZ JIMÉNEZ, Y J. SOLSONA: *Geología de Cuba*, 2 t., Editora del Consejo Nacional de Universidades, La Habana, 1964.
- HACZEWSKI, G.: "Sedimentological Reconnaissance of San Cayetano Formation: An Accumulative Continental Margin in the Jurassic of Western Cuba", *Acta Geologica Polonica*, 26 (2) :331-353, 1976.
- HOFFMEISTER, R.: "Pollen and Spores from the Cayetano Formation" (Reporte inédito), Ministerio de Industrias, La Habana., 1954.
- HOFFSTETTER, R. Y P. J. BERMÚDEZ: *Léxico estratigráfico de Cuba*, 140 pp., Lexique Stratigraphique International. 5. Amérique Latine. 2 C, Cuba, 1959.
- LINARES, E., G. SIMAKOV, R. SMAGULOV: "Formaciones metamorfizadas del Jurásico Inferior-Medio de Cuba", *Boletín de la Sociedad Cubana de Geología*, 2 (1):7-21, 1984.
- : "Comparación entre las Secuencias Mesozoicas de Aguas Profundas y someras de Cuba Central y Occidental. Significado para la Exploración Petrolera" (inédito), Archivo del CEINPET, La Habana, 2002.
- LONGORIA, J. F.: "La Terrenoestratigrafía: Un ensayo de metodología para el análisis de terrenos con un ejemplo de México", *Bol. A.M.G.P.* XLIII (2): 30-48, julio-diciembre, 1993.
- MILLÁN, G.: "Posición estratigráfica de las metamorfitas cubanas", en: *Libro Estudios sobre Geología de Cuba*, pp. 252-258, Centro Nacional de Información Geológica, La Habana. 1997
- MILLÁN, G. Y M. L. SOMIN: "Condiciones geológicas de la constitución de la capa granito – metamórfica de la corteza terrestre de Cuba", Instituto de Geología y Paleontología 1-83, La Habana (publicado en 1987), 1985.
- MORETTI, I., R. TENREYRO, E. LINARES, J. G. LÓPEZ, J. LETOUSEY, C. MAGNIER Y F. GAUMET: "Petroleum system of the Cuban north- west offshore", AAPG - Memoir [en prensa].
- PALMER, R. H. : "Outline of the Geology of Cuba", *Jour. Geol.* 53 :1-34, 1945.
- RUEDA-GAXIOLA, J.: "El origen del golfo de México y de sus subcuencas petroleras mexicanas con base en la palinoestratigrafía de lechos rojos", *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 15 (1) :78-86, 1998.
- RUEDA-GAXIOLA, J., E. LÓPEZ-OCAMPO, M. A. DUEÑAS Y J. L. RODRÍGUEZ: "Los anticlinorios de Huizachal-Peregrina y de Huayacoclotados partes de la fosa de Huayacoclotada-Alamar; I. El Alogrupo Los San Pedro", *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*. 43(1):1-33, 1993.
- SEGURA-SOTO R. Y A. E. ARECES-MALLEA: "La verdadera identidad del Phleboteris del Jurásico de Cuba Occidental", en *Resúmenes del V Congreso Latinoamericano de Botánica*, Palacio de Convenciones, La Habana, 24-29 junio 1990.
- VACHRAMEEV, V. A.: "Primer descubrimiento de flora del Jurásico en Cuba: Nuestra industria", *Revista Tecnológica* IV(1) :22-25, enero-febrero, 1996.
- VOLOGDIN, N. F., G. V. DOROFFEVA Y G. K. FRUNKINA: "Estructura geológica y minerales útiles de la parte noroeste de la provincia de Pinar del Río", manuscrito del Archivo ONRM, La Habana. 1963.

TABLA 1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DEL DOMINIO PALEOGEOGRÁFICO DEL SYNRIFT (DPS) EN LA REGIÓN CARIBE-NOR-TEAMERICANA

Según Millán y Somin (1985), Benson y otros (1997), Rueda-Gaxiola y otros (1993), Rueda-Gaxiola (1998) y Linares (2000)

SERIES	ETAPA	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS				
		APPLETON, E.U.A	NORTE VERACRUZ	SUBCUENCA S.E MEXICO	CORDILLERA DE GUANIGUANICO	CUBA CENTRAL SUR E ISLA DE LA JUVENTUD
CRETÁCICO INFERIOR	BERRIASIANO	Grupo Cotton Valley			Miembro Tumbadero de la Fm. Guasasa	Formaciones Metacarbonatadas Cretácicas: Fm. Los Cedros Fm. Loma Quivián
JURÁSICO SUPERIOR	TITHONIANO				Miembro El Americano de la Fm. Guasasa Miembro la Zarza de la Fm. Artemisa	Formaciones Metacarbonatadas correlacionables con el J ₃ de la Cordillera de Guaniguanico: Grupo San Juan y Grupo Gerona: Fm. Sierra de Casas, Fm. Sierra de Caballos, Fm. Sierra Chiquita, Fm. Playa Bibijagua, Fm. Narciso
	KIMMERIDGIANO	Fm. Haynesville			Miembro San Vicente de la Fm. Guasasa	
JURÁSICO MEDIO	OXFORDIANO	Miembro Buckner	Serie Huasteca	"Sal" Fm. Todos Santos	Fm. Jagua	Fm. Loma La Gloria
		Fm. Snackover			Fm. Pan de Azúcar	Fm. La Chispa
		Fm. Norphlet				Fm. Cañada
		Miembro Pine Hill anhydrite			Fm. Santiago	Fm. Agua Santa
		Louann Salt			Fm. Tepexic	Fm. La Lámagua
	Bathoniano		Fm. Cahuasas	Francisco	Fm. Herradura	
	Bajociano	Fm. Werner				
	Aaleniano		Fm. Rosario			
	Toarciano					
	Triásico Superior		Fm. Eagle Mills	Basamento		(Protolitos correlacionables con la Fm. San Cayetano).
		Fm. Huayacocotla				
		Fm. Huizachal				
		Rocas del Basamento Paleozoico y Proterozoico Indiferenciadas				

?

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL POZO LOS ARROYOS Nº 1

PREPARO: E. Lindres

AÑO 2001

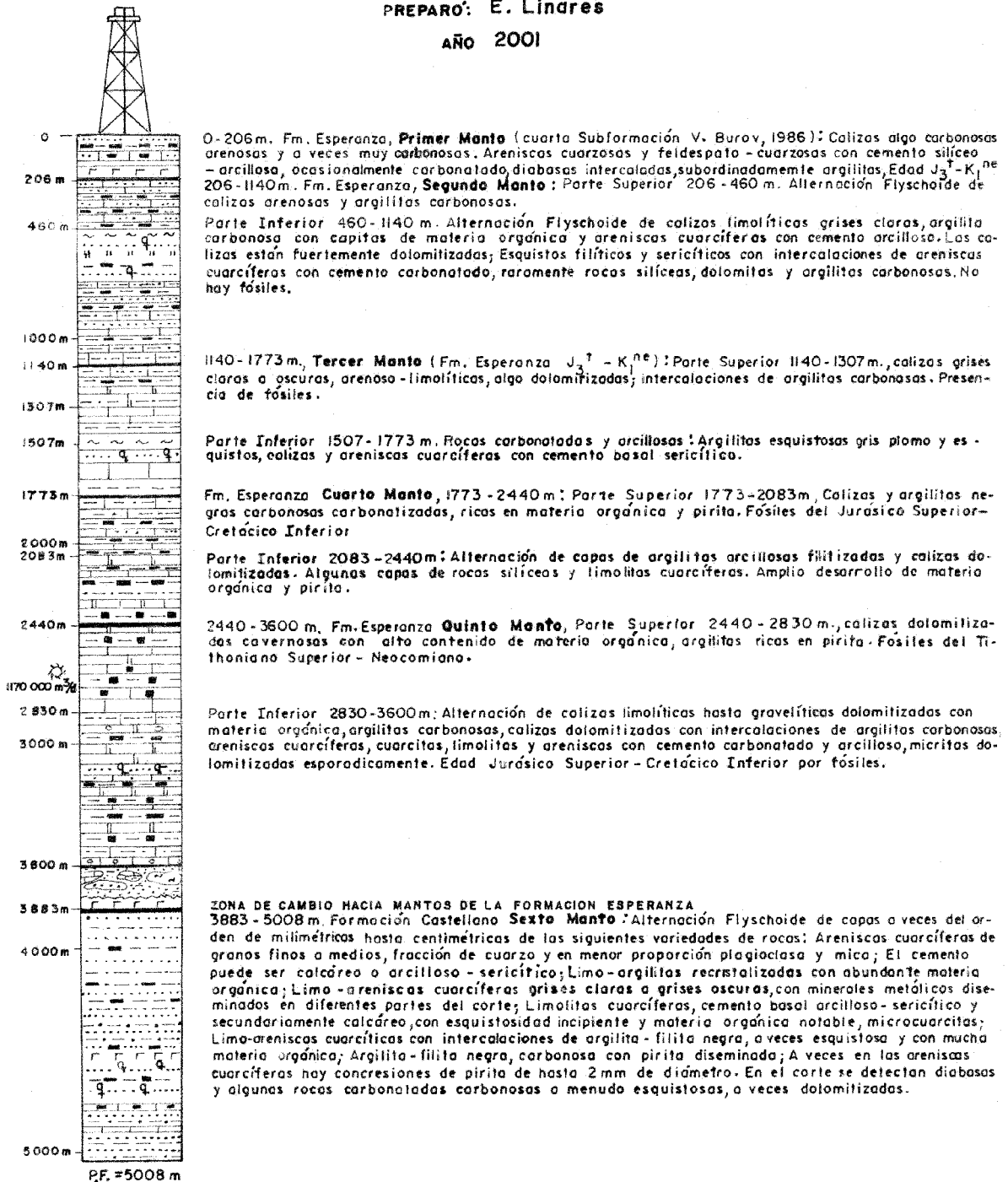


Figura 1. Pozo Los Arroyos no.1, donde se estudiaron anteriormente rocas de la parte alta de la Fm. San Cayetano.

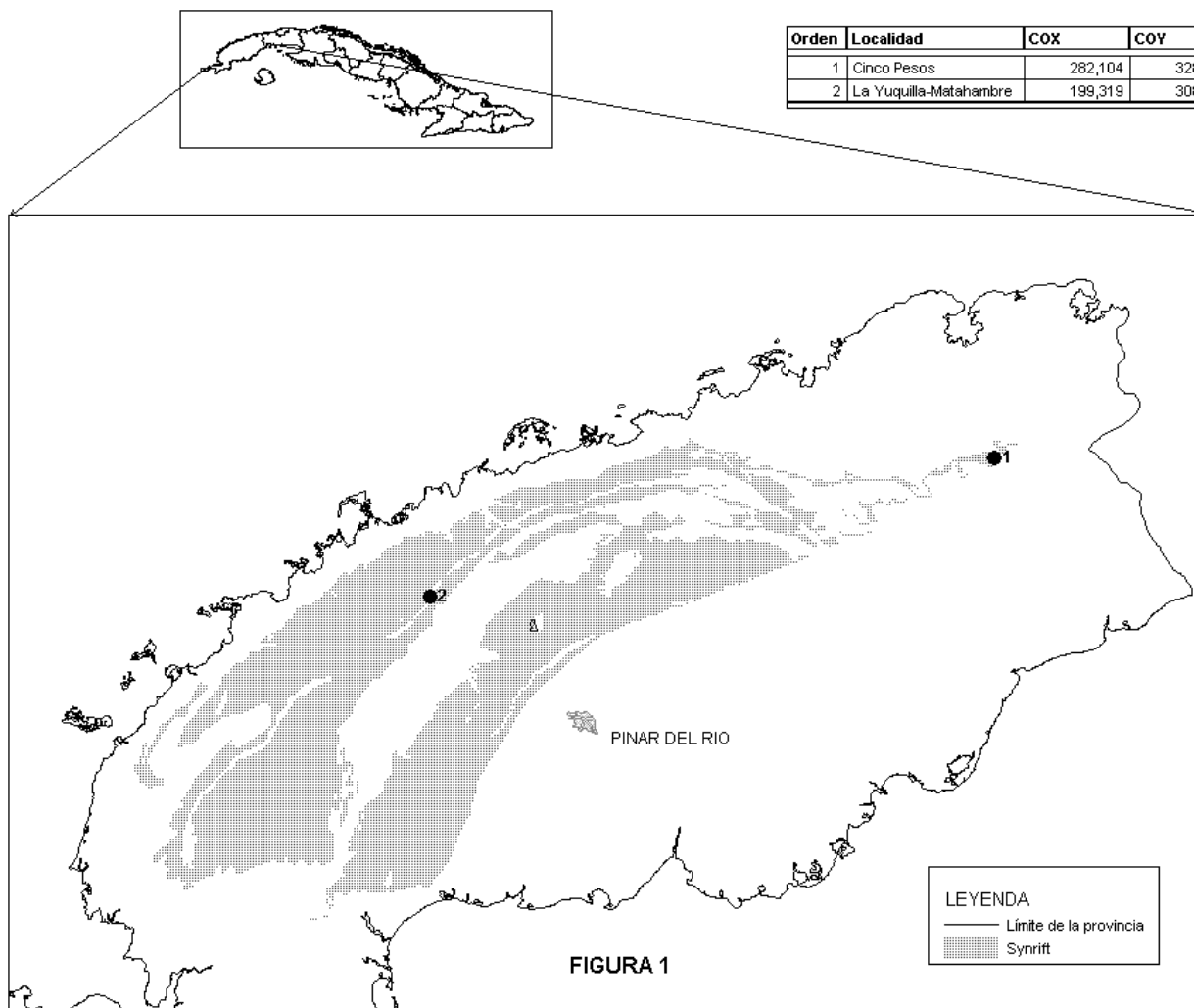
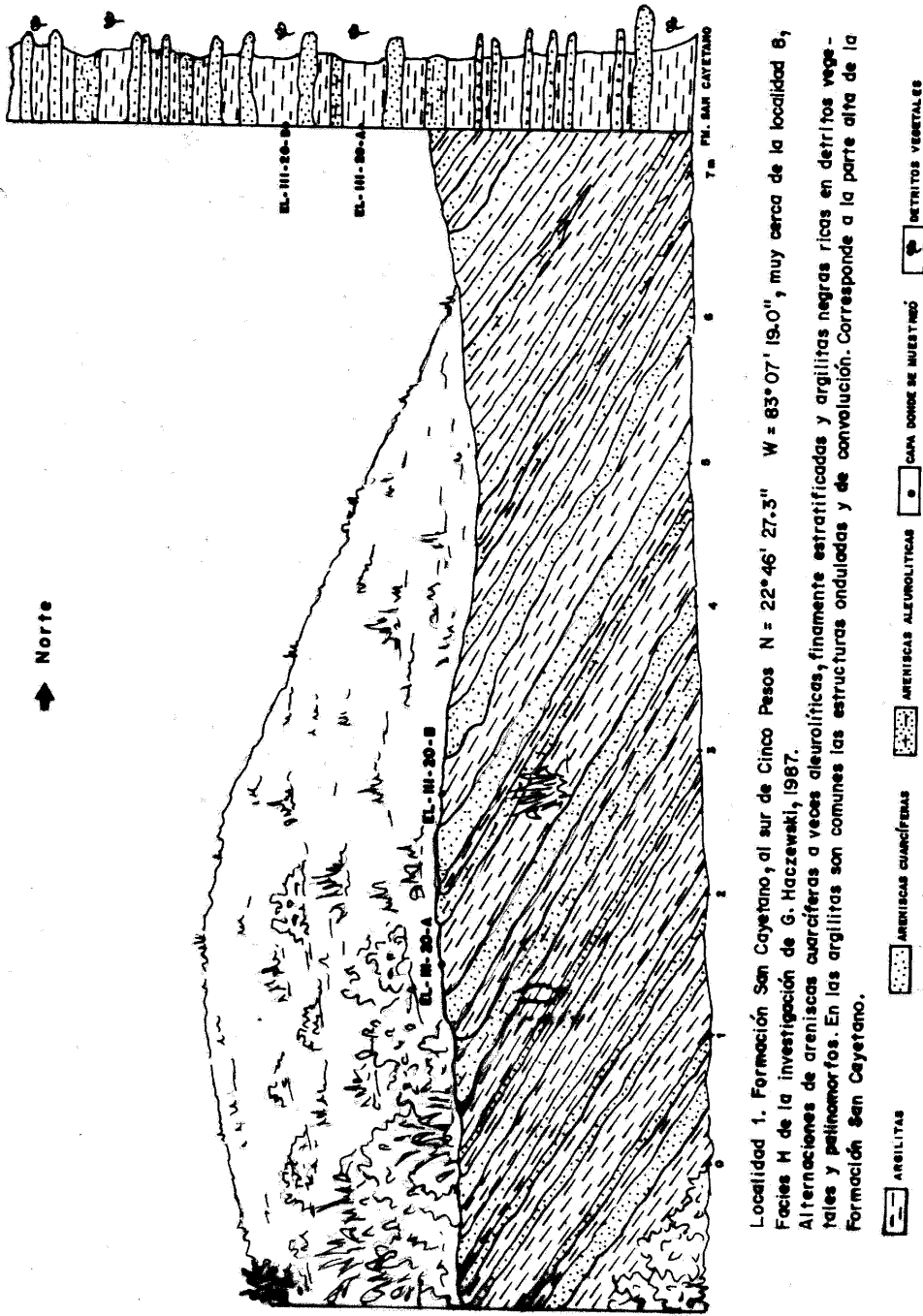


Figura 2. Mapa de ubicación de las muestras estudiadas.



Localidad 1. Formación San Cayetano, al sur de Cinco Pesos, al sur de Cinco Pesos N = 22° 46' 27.3" W = 83° 07' 19.0", muy cerca de la localidad 6, Facies M de la investigación de G. Haczewski, 1987. Alternaciones de areniscas cuarcíferas a veces aleurolíticas, finamente estratificadas y argilitas negras ricas en detritos vegetales y pelinomorfos. En las argilitas son comunes las estructuras onduladas y de convolución. Corresponde a la parte alta de la Formación San Cayetano.

FIGURA Nº 3

Figura 3. Esquema ilustrativo de las capas donde se tomaron las muestras y su posición en el corte estratigráfico. Localidad sur del poblado Cinco Pesos.



Figura 4. Afloramiento de la parte arcillosa de la Fm. San Cayetano, al sur del poblado Cinco Pesos (actual Ciro Redondo).



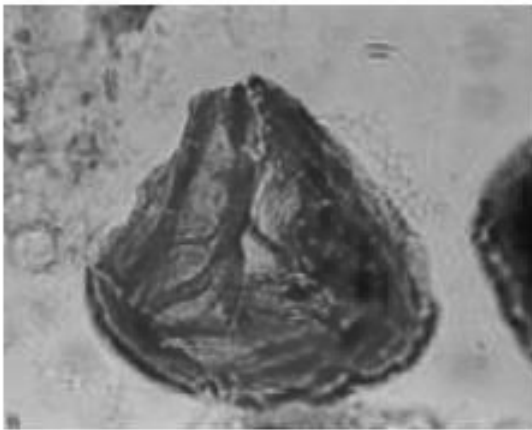
Figura 5. Afloramiento de la parte arenoso-arcillosa de la Fm. San Cayetano, en los alrededores del poblado Minas de Matahambre, provincia de Pinar del Río.



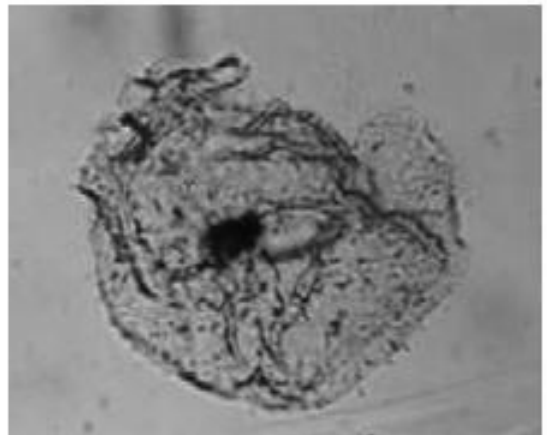
Cycadopites sp



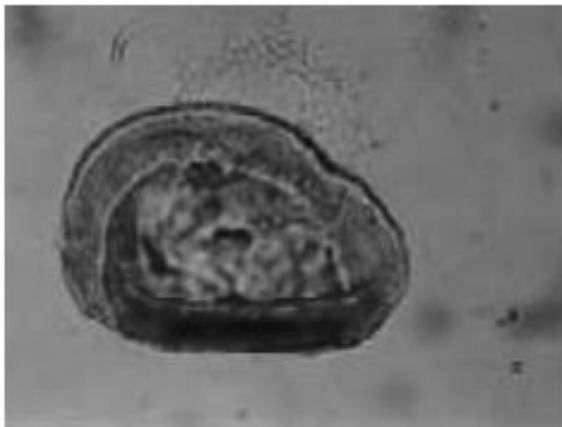
Cycadopites cf. follicularis



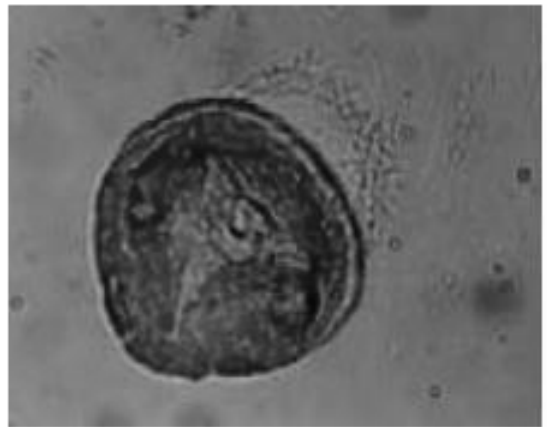
cf. Cicatricosisporites. sp



Centusidium cf. echinatum

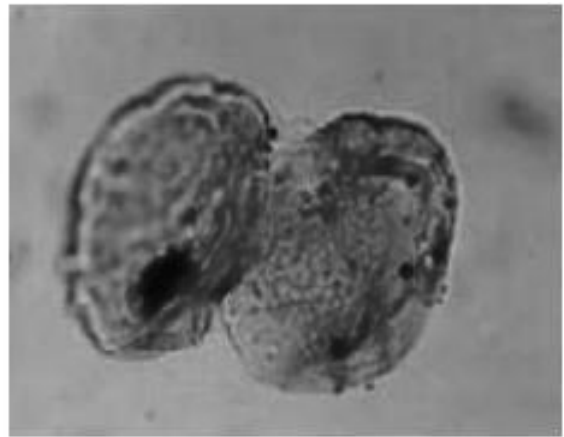
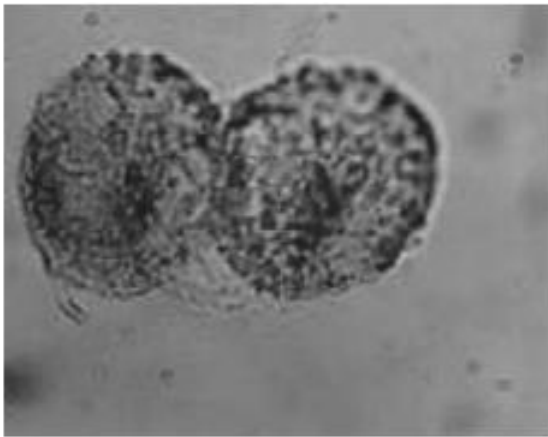


Dupliscisporites sp.

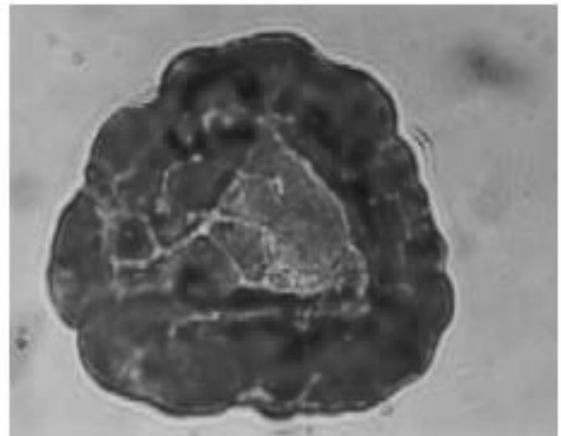
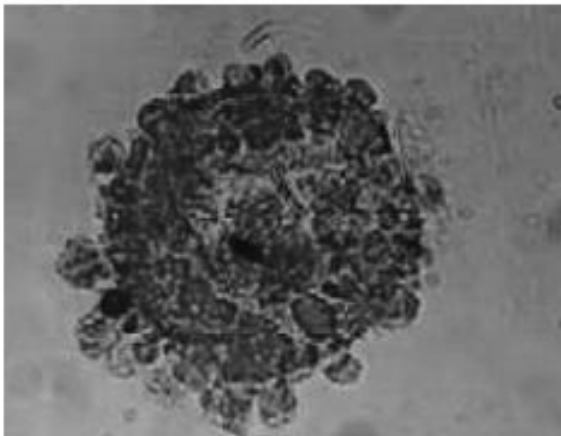


Classopollis cf. torosus

Figura 6. Fotomicrografías de algunos palinomorfos de la estación El-111-20-A.

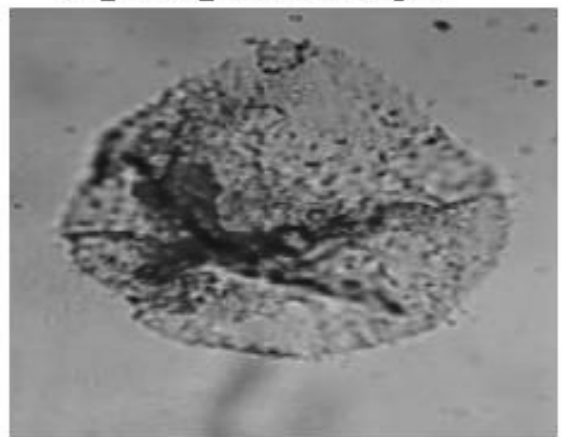
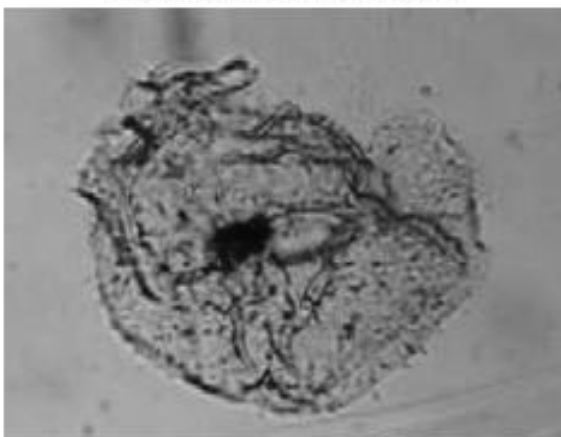


Sphaeripollenites scabratus ***Sphaeripollenites gemmatus***



Incertidae sedis A

Leptolepidites major



Sentusidium cf. echinatum

Criboperidium sp

Figura 7. Fotomicrografías de algunos palinomorfos de la estación El-111-20-B.