

PALINOLOGIA DEL EOCENO EN EL NORESTE DE MEXICO

Enrique Martínez-Hernández¹
Héctor Hernández-Campos²
y Magnolia Sánchez-López²

RESUMEN

En el programa de exploración geológica en la Cuenca de Burgos, del noreste de México, la Comisión Federal de Electricidad tiene como objetivo la prospección de los lignitos, por lo cual a través de su Residencia de Estudios Carboníferos de Piedras Negras, Coahuila, perforó varios sondeos en los alrededores de los poblados de Colombia, en el Estado de Nuevo León y en las cercanías de San Ignacio y Miguel Alemán, en el Estado de Tamaulipas.

En este programa, el estudio palinológico de varios sondeos fue de suma importancia para determinar la edad de las muestras como eocénica e identificar las unidades litoestratigráficas del subsuelo. Así, en los sondeos perforados en el área de San Ignacio, las muestras analizadas indican una edad de Eoceno temprano a Eoceno medio, como lo demuestra la abundancia de *Platycarya spp.* y la existencia de especies características del Eoceno medio, como *Platycarya swasticoida* y *Nudopollis terminalis*. En los sondeos de la localidad de Colombia, la edad se dio como del Eoceno temprano y Eoceno medio, por la presencia de *Bombacacidites clairbornensis*, *Choapollenites eximius* y *Sernapollenites duratus*.

La bioestratigrafía en el área de Miguel Alemán está basada en los alcances estratigráficos de algunos palinomorfos, más la abundancia relativa de otros, estableciéndose una edad de Eoceno tardío. Entre los taxa de importancia estratigráfica existen varias especies de dinocistos del género *Wetzeliella* y entre las zonas acme está la de *Polypodium heteroverrucatus* y *Cicatricosporites spp.* y gran diversidad de granos de polen de Sapotaceas y gran abundancia de *Momipites spp.*

ABSTRACT

Exploration in the Burgos Basin, northeastern Mexico, by the Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), has as the main objective the prospecting of lignites. In order to accomplish this purpose, the C.F.E. through its office at Piedras Negras, Coahuila, drilled several boreholes close to the settlement of Colombia, Nuevo León State, and another at the surroundings of San Ignacio and Miguel Alemán towns, located in Tamaulipas State.

In this survey the palinologic studies helped to determine the age of the rocks and to identify the lithostratigraphic units at subsurface. Hence, the samples analysed from the San Ignacio borehole, show evidence of an early to middle Eocene age due to the abundance of *Platycarya spp.* and the presence of species characteristic of middle Eocene age, such as *Platycarya swasticoida* and *Nudopollis terminalis*. For the samples from the Colombia area, the early to middle Eocene age assignment is based on the presence of *Bombacacidites clairbornensis*, *Choapollenites eximius* and *Sernapollenites duratus*.

Regarding the biostratigraphy of the Miguel Alemán boreholes, it is based on the stratigraphic ranges and relative abundance of some palynomorphs, which dated the samples studied as late Eocene. Among the taxa of stratigraphic significance, there are various species of dinocyst belonging to the genus *Wetzeliella* and several acme-zones of spores as *Polypodium heteroverrucatus* and *Cicatricosporites sp.*, besides the great diversity of pollen grains of Sapotaceas and abundance of *Momipites spp.*

INTRODUCCION

Los yacimientos de lignito localizados en la Cuenca de Burgos en el noreste de México, se encuentran asociados con rocas sedimentarias clásticas de ambientes terrestres y transicionales, en donde los invertebrados y otros tipos de fósiles marinos no están lo suficientemente representados para permitir correlaciones y dataciones de las rocas encajonantes del lignito, debido a lo cual la zonificación y correlación de las rocas terciarias en esta área han dependido hasta ahora del estudio de los foraminíferos que se encuentran en las facies marinas. La abundancia de polen y esporas,

tanto en los lignitos como en las rocas encajonantes, ha facilitado fechar y correlacionar estos estratos, jugando de esta manera la Palinología un papel importante en el programa de exploración carbonífera que la Comisión Federal de Electricidad ha venido desarrollando en los Estados de Nuevo León y Tamaulipas.

ESTUDIOS PREVIOS

En la Cuenca de Burgos, área de Reynosa, Tamaulipas, Salas (1975) estudió el Mioceno desde el punto de vista palinológico. Esta misma cuenca se continúa en el sureste de los Estados Unidos, en donde se han publicado varios trabajos palinoestratigráficos, entre los que destacan las investigaciones de Tschudy (1973) y Elsik (1978). Palinofloras terciarias de otras regiones del este y sureste de México

¹ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D.F.

² Comisión Federal de Electricidad, Residencia Estudios Carboníferos, Piedras Negras, Coahuila.

han sido estudiadas por Langenheim y colegas (1967), Graham (1976), Rzedowski y Palacios (1977), Biaggi (1978) y Tomasini (1980).

OBJETIVOS

Este estudio palinológico tiene como objeto principal datar las muestras tomadas de los diferentes sondeos en estudio, así como tratar de lograr una interpretación paleoambiental que permita complementar el modelo sedimentológico propuesto por la Residencia de Estudios Carboníferos de la C.F.E., contribuyendo así al conocimiento paleoecológico de los lignitos.

AREA DE ESTUDIO

En el programa de prospección se estudiaron núcleos de sondeos provenientes de los poblados de Colombia (Nuevo León) y de San Ignacio y Miguel Alemán (Tamaulipas). Así, la región de estudio abarca el noreste del Estado de Nuevo León y el noroeste del Estado de Tamaulipas (Figura 1), quedando comprendida la región de Colombia y San Ignacio entre los paralelos 27° y 27°50'N y los meridianos 99°27' y 100°40'W, mientras que el área de los alrededores de la ciudad de Miguel Alemán queda comprendida entre los paralelos 26°20'55" y 26°25'N y los meridianos 99°1' y 99°5'W.

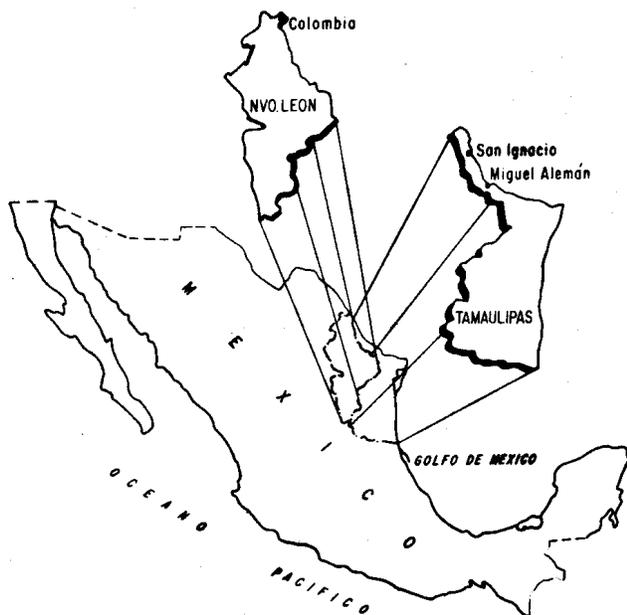


Figura 1.- Mapa de localización del área de estudio.

GEOLOGIA

De acuerdo con López-Ramos (1979), la región de estudio pertenece a la provincia geológica del noreste de México, en la sub-provincia de la Cuenca de Burgos. Esta cuenca constituye el extremo sur del geosinclinal terciario del Golfo de México, que alcanza su máxima amplitud en Texas y Louisiana.

La Cuenca de Burgos, de edad terciaria, está constituida por potentes espesores de lutitas y areniscas que se ex-

tienden a lo largo de la Planicie Costera del Golfo. Está formada por rocas desde el Paleoceno al Holoceno y las formaciones que se encuentran expuestas tienen un rumbo general NNW-SSE, dispuestas de tal manera que los estratos más jóvenes se encuentran hacia el extremo oriente.

Siguiendo la Lexicografía del Estado de Texas, citada en Verdugo-Díaz (1980), los sondeos de la C.F.E. en las regiones de San Ignacio y Colombia quedan comprendidos dentro del Grupo Clairborne, que incluye las Formaciones Bigford, Queen City y Pico Clay. En el área de Miguel Alemán, la datación palinológica indica que se perforaron probablemente la parte superior del Grupo Clairborne (Formación Yegua) y la parte basal del Grupo Jackson.

METODOLOGIA

Las muestras fueron colectadas de los sondeos perforados en las áreas de San Ignacio, Colombia y Miguel Alemán. Solamente se procesaron palinológicamente los sondeos que presentaban una mayor recuperación, tratando así de cubrir el mayor número de unidades litoestratigráficas que representaba facies diferentes. En el caso de los sondeos de Colombia-San Ignacio, se puso énfasis en los techos y pisos que acompañaban a cada manto de lignito.

Las muestras fueron procesadas usando las técnicas tradicionales en Palinología para recuperación de palinomorfos. La identificación y fotografía de palinomorfos se efectuaron por medio de un fotomicroscopio Zeiss. Debido a la gran cantidad de palinomorfos presentes, solamente se ilustran algunos de los taxa de importancia estratigráfica.

Desde el punto de vista bioestratigráfico, la determinación de la edad relativa de los lignitos y rocas encajonantes estudiadas, está basada en la palinoestratigrafía establecida por Elsik (1978) para el Geosinclinal de la Costa del Golfo (*Gulf Coast Geosyncline*). En cuanto a las interpretaciones paleoambientales, están basadas en el análisis cualitativo de palinomorfos propuesto por Martínez-Hernández (1979; Martínez-Hernández *et al.*, 1980).

ANALISIS DE LOS SONDEOS DE COLOMBIA Y SAN IGNACIO PALINOESTRATIGRAFIA

Los sondeos que se estudiaron palinológicamente en esta área de 900 km², dan una edad que varía del Eoceno temprano al Eoceno medio.

En los sondeos de la localidad de San Ignacio (Figura 2), los conjuntos de palinomorfos son indicativos de la parte superior del Eoceno temprano hasta el Eoceno medio. Así, la abundancia de *Platycaria* spp. es una prueba del contacto entre el Eoceno inferior y el Eoceno medio. Por otro lado, existen especies características del Eoceno medio, tales como *Platycaria swasticoida*, *Nudopollis terminalis* e *Ilexpollenites auriculoides* (Figura 3).

En el área de Colombia (Figura 4) también se encuentra que la edad relativa de las muestras estudiadas comprende parte del Eoceno temprano al Eoceno medio, como lo demuestra la presencia de *Bombaceacidites clairbornensis* (Eoceno medio), *Choapollenites eximius* (Paleoceno-Eoceno temprano) y *Sernapollenites duratus* (Eoceno temprano). Entre los palinomorfos que son considerados indicadores del Eoceno medio se encontraron *Proxapertites* spp. y *Cas-*

tanea spp. (Figura 3). Otros palinomorfos de importancia estratigráfica son las fungosporas como: *Phragmothyrites*, *P. eocenica* y *Fusiformisporites lineolatus*.

Tanto en los sondeos del área de San Ignacio como en s de Colombia existen dinocistos, que permitirán precisar

la bioestratigrafía del noreste de México. Entre los géneros que se han identificado se encuentran: *Deflandrea* spp., *Cleistosphaeridium* spp., *Hystrichosphaeridium* spp. y *Lejeunia* spp.

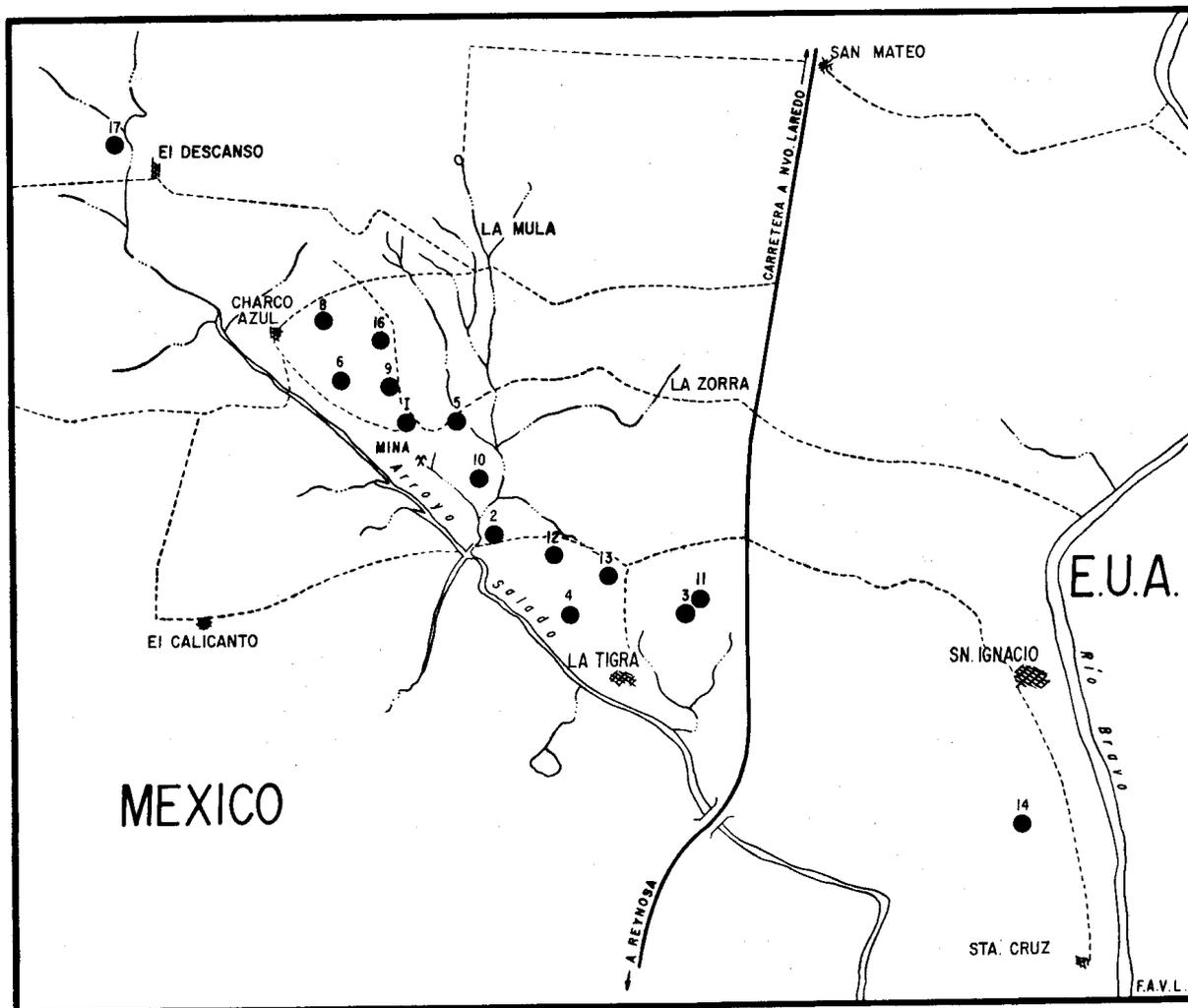


Figura 2.- Mapa de localización de los barrenos de la región de San Ignacio.

PALEOAMBIENTES

En cuanto a los paleoambientes de depósito, tanto en el área de San Ignacio como en la de Colombia, pueden reconocerse zonas de depositación fluvial en donde se acumulaban además cuerpos de agua dulce, caracterizados por la abundancia de algas dulceacuícolas como *Pediastrum* spp. y *Horologinella* spp. (Figura 5). En los ambientes de transición a aguas salobres, como lagunas y esteros, se observa gran abundancia de algas *Leiosphaeridia* spp. (Figura 6).

En algunas muestras se ha detectado la presencia de dinocistos cavados y corados, pero debido a que no se tienen registros continuos en sondeo alguno, no se pueden reconocer las regresiones y transgresiones que ocurrieron a diferentes niveles, ni detectar los paleoambientes asociados a los movimientos de la línea de costa. No obstante, puede suponerse que el mayor número de dinocistos cavados debe

de ocurrir en los paleoesteros y paleolagunas, mientras que en los ambientes marinos ocurrirá una mayor abundancia y diversidad de dinocistos corados.

PALINOLOGIA DEL CARBON

En la Figura 7 se observa una predominancia de polen tricolpado y tricolporado, tanto en los carbones de San Ignacio como en los del área de Colombia. Por otro lado, los carbones del área de Colombia se pueden identificar, en general, por una mayor diversidad de los conjuntos palinológicos dominantes y mayor abundancia de algunos taxa como: *Bombaceacidites* sp., *Nudopollis* sp., *Castanea* sp., *Cupaneidites* sp., *Proxapertites* sp. Los carbones provenientes de los sondeos del área de San Ignacio se podrían caracterizar por la presencia de granos de polen poliporados, ma-

por proporción de granos de polen sulcados y, en general, por la menor diversidad de los taxa dominantes.

Es importante señalar que taxa como *Ilexpollenites* sp. y *Castanea* sp. (Figura 3), que están presentes en los carbones del sondeo Colombia 15, se pueden considerar como indicadores del contacto entre los Grupos Clairborne y Wilcox; es decir, el contacto entre el Eoceno inferior y Eoceno medio.

La palinoflora, que constituye los conjuntos palinológicos en los carbones de las áreas de San Ignacio y Colombia, es diferente de la estudiada por Elsik (1978) para los lignitos de la Formación Yegua (Eoceno medio) y Formación Manning (Eoceno superior), ya que en los lignitos del Eoceno medio de la región de Texas, Arkansas y Tennessee, se distinguen por su abundancia *Momipites*, *Nyssa* y *Amanoa*, y los lignitos de la Formación Manning (Texas) se distinguen por su abundancia de *Pollenites laesus*, *Momipites* y *Nyssa*.

En conclusión, el origen de los carbones de edad eocénica media, de las áreas de Colombia y San Ignacio, presenta diferencias palinológicas importantes, en comparación con carbones de la misma edad en Texas, Louisiana y Arkansas, lo que refleja las diferencias paleoecológicas y sedimentológicas que dominaron en la génesis de cada uno de los mantos de carbones de las diferentes regiones, fenómenos que influyeron en los espesores de los mantos.

ANÁLISIS DE LOS SONDEOS DEL ÁREA DE MIGUEL ALEMÁN

PALINOESTRATIGRAFÍA

A las muestras estudiadas, provenientes de varios sondeos (Figura 8), les fue asignada una edad del Eoceno tardío, basándose en las zonas de apogeo establecidas por Elsik (1974) (Figura 9) y por la presencia de ciertos dinocistos índices del Eoceno, señalados por primera vez para México.

Así, la bioestratigrafía del área de Miguel Alemán se caracteriza por la abundancia de *Cicatricosporites* spp., *Momipites* spp. y varias especies de Sapotáceas. No obstante que las muestras de esta área no contienen especies índices de granos de polen o esporas, se puede concluir que las muestras que se procesaron pertenecen a la Formación Jackson de edad eocénica tardía, sobre todo por la gran abundancia de *Momipites* (*Engelhardia*) ya que, según Elsik (1978), el Grupo Jackson del Eoceno tardío se caracteriza por la biozona acme de *Momipites*.

Entre los palinomorfos que se pueden considerar como de mayor significación estratigráfica está la espora *Polypodium heteroverrucatus* y varias especies de dinoflagelados (Figura 6), como *Wetzelliella coleothrypta* (Eoceno), *W. reticulata* (Eoceno tardío) y *Rhombodinium draco* (Eoceno tardío) (Figura 10).

Además, existen otros granos de polen de posible importancia palinoestratigráfica, como son la forma género *Multiporopollenites* spp. y un grano de polen inaperturado-equinado no identificado; pero definitivamente, es el estudio sistemático de los dinocistos lo que ha contribuido a una mayor precisión de la palinoestratigrafía en el Terciario del Golfo de México.

PALEOAMBIENTES

Los ambientes de depósito en los sondeos analizados en el área de Miguel Alemán están representados por ambientes de transición con predominancia de zonas de aguas salobres (lagunas, estuarios), en donde la depositación de turba fue interrumpida constantemente, como resultado de progradación de la costa, asociada a transgresiones periódicas. Los lignitos hasta ahora analizados presentan una composición palinológica dominada por esporas de helechos (*Cicatricosporites* sp.) y polen de árboles, como *Momipites* sp. y *Triporopollenites* sp. (Figura 3).

Figura 3.- a) *Fusiformisporites lineolatus* Sheffy y Dilcher x 1000, (35 x 20 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-281(3). b) *Phagmothyrites* cf. *Ph. eocenica* x 1000, (44 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-288(2). c) *Monocolpopollenites* sp. x 1000, (22 x 11 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-204(2). d) *Liliacidites variegatus* Couper x 1000, (42 x 22 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-200(5). e) *Liliacidites complexus* (Stanley) Leffingwell x 1000, (33 x 28 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-293(4). f) *Proxapertites* sp. x 1000, (19 x 17 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-282(1). g) *Proxapertites* sp. x 1000, (58 x 43 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-286(1). h) *Tricolpites* cf. *T. variofoveatus*. x 1000, (26 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-210(5). i) *Cupuliferoipollenites* sp. x 1000, (14 x 9 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-207(4). j) *Cupuliferoipollenites* sp. x 1000, (14 x 8 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-284(1). k) *Ilexpollenites auriculoides* Elsik x 1000, (29 x 22 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-295(2). l) *Ilexpollenites* sp. x 1000, (24 x 17 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-290(2). m) *Sapotaceoidaepollenites* sp. x 1000 (14 x 11 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-294(3). n) *Sapotaceoidaepollenites* sp. (20 x 15 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-285(2). o) *Bombacacidites nacimientoensis* Anderson x 1000, (28 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-202(3). p) *Tiliaepollenites vescipites* Wodehouse x 1000, (24 micras). Localidad: Colombia. Preparación Pb-216(6). q) *Bombacacidites clairbonensis* Elsik x 1000, (40 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-209(3). r) *Symplocoipollenites* sp. x 1000, (23 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-284(2). s) *Jussitripurites* sp. x 1000, (22 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-308(2). t) *Triporopollenites* sp. x 1000, (20 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-298(2). u) *Ainipollenites* sp. x 1000, (17 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-293(4). v) *Extratripuripollenites* sp. x 1000, (22 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-299(1). w) *Momipites* sp. x 1000, (19 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-202(4). x) *Momipites* sp. x 1000, (20 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-200(5). y) *Momipites* sp. x 1000, (17 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-202(2). z) *Platycarya* sp. x 1000, (21 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-296(3). aa) *Platycarya swasticoidea* Elsik x 1000, (25 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-283(4). bb) *Nudopollis terminalis* Elsik x 1000, (33 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-296(2). cc) *Nudopollis terminalis* Elsik x 1000, (36 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-283(2). dd) *Chenopodipollis* sp. x 1000, (19 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-292(3).

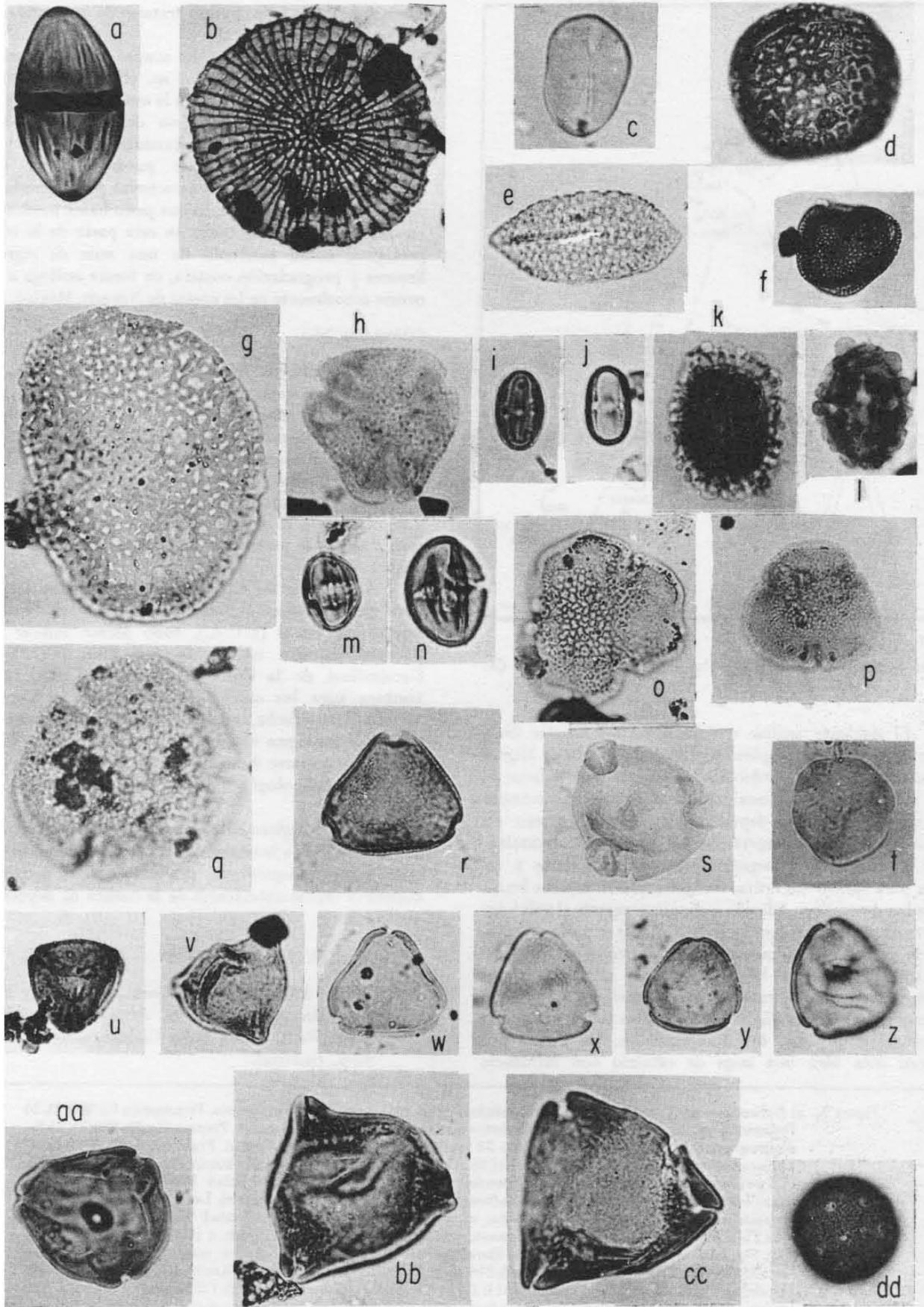


Figura 3.- Explicación en la página 158.

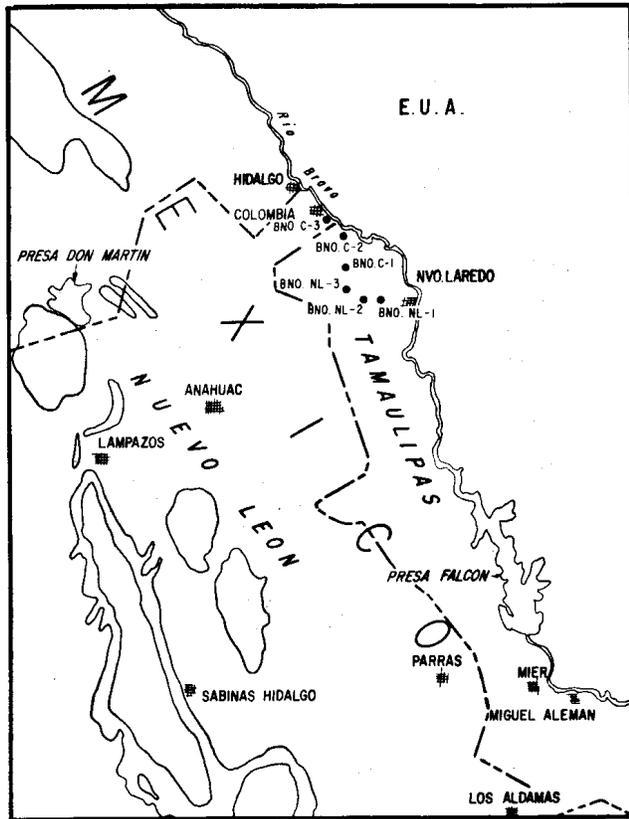


Figura 4.- Mapa de localización de los barrenos de la región de Colombia.

El siguiente análisis está basado en el estudio detallado de un sondeo completo perforado en el área de Miguel Alemán; se trata del sondeo Miguel Alemán 8. A lo largo de este sondeo se observa una gran abundancia de polenosporas en los ambientes deposicionales estero-lagunares, en cuyos alrededores la vegetación era abundante, acumulándose mucha materia orgánica junto con los limos y arcillas para formar las lutitas carbonosas, con escasos lentes delgados de carbón. Además, palinológicamente el paleoambiente estero-lagunar (profundidad 110 m) se pudo detectar por la presencia de dinocistos pertenecientes al complejo "Wetzeliella" (Figura 10). En la parte superior de este sondeo, sedimentológicamente se determinó un ambiente lagunar (profundidad 75-40 m), lo cual no concuerda con la información que dan los dinoflagelados, los cuales nos indican más bien una zona de estuario con influencia

marina. Por otro lado, podría tratarse de una zona nerítica costera poco profunda.

En algunos intervalos del sondeo Miguel Alemán 8, el alga dulceacuícola *Pediastrum* sp. (Figura 5) domina los conjuntos palinológicos; así, en la muestra PN 775 (profundidad 142 m) se distingue un depósito dulceacuícola, asociado al ambiente salobre estuarino-lagunar.

Paleoambientalmente, se puede concluir que el sondeo Miguel Alemán 8 se caracteriza por la inestabilidad de los ambientes costeros, lo que pudo haber modificado la escasa depositación de turba en esta parte de la columna geológica, como resultado de una serie de regresiones lineares y progradación costera, en forma análoga a lo que ocurre actualmente en las costas de Nayarit, México.

CONCLUSIONES

La distribución bioestratigráfica de los palinomorfos encontrados en los sondeos de las áreas San Ignacio, Colombia y Miguel Alemán, permite concluir que las perforaciones llevadas a cabo por la Comisión Federal de Electricidad penetraron el nivel estratigráfico comprendido desde el Eoceno medio hasta el Eoceno superior, por lo que probablemente este estudio comprenda las Formaciones Bigford y Pico Clay en el área San Ignacio-Colombia, y la Formación Yegua y la parte basal del Grupo Jackson en el área de Miguel Alemán.

A pesar de las diferencias en los conjuntos palinológicos que existen en el Terciario del noreste de México y el sureste de Texas (E.U.A.), todo parece indicar que la palinoestratigrafía establecida por Elsik (1978), en el Geosinclinal de la Costa del Golfo (E.U.A.), es válida también para los cambios palinológicos del noreste de México. Esto prueba, una vez más, la continuidad de dicha provincia geológica entre México y Estados Unidos. Además, al encontrarse dinoflagelados índices, se incrementó el valor de la Palinología en la bioestratigrafía del Eoceno de México.

Paleoecológicamente, la sucesión de ambientes estuvo controlada por la inestabilidad de la línea de costa, con regresiones y transgresiones, producto de una progradación costera o rápida subsidencia de la cuenca de depósito, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Biaggi, R.E., 1978, Palynology and paleoecology of some Oligo-Miocene sediments from Chiapas, Mexico: Walla Walla, Walla Walla College, tesis de maestría, 92 p., (inérita).

Figura 5.- a) *Pediastrum* sp. A. x 1000, (60 micras máximo diámetro). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-300(2). b) *Pediastrum* sp. B. x 1000, (35 micras diámetro máximo). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-286(1). c) *Pediastrum* sp. C. x 500, (diámetro máximo 54 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1578(3). d) *Verrucatosporites* fsp. A. Krutzsch x 1000 (48 x 32 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-203(5). e) *Verrucatosporites favus* (Potonie) Krutzsch x 1000, (51 x 34 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-203(5). f) *Verrucatosporites megafavus* Krutzsch x 1000, (72 x 52 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-208(5). g) *Verrucatosporites* sp. x 1000, (53 x 37 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-209(4). h) *Stereisporites microgranulus - crassiexinus* (Krutzsch) n. comb. x 1000, (27 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-311. i) *Stereisporites crassiancoris* (Krutzsch) n. comb. x 1000, (34 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-210(2). j) *Echinatisporis* cf. *aculeatus* Krutzsch x 1000, (28 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-311(2). k) *Cicatricosporites* sp. x 1000, (35 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-295(4). l) *Appendicisporites* sp. x 1000, (45 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-297(3). m) *Camarozonosporites* sp. x 1000, (43 micras). Localidad: San Ignacio. Preparación Pb-295(3).

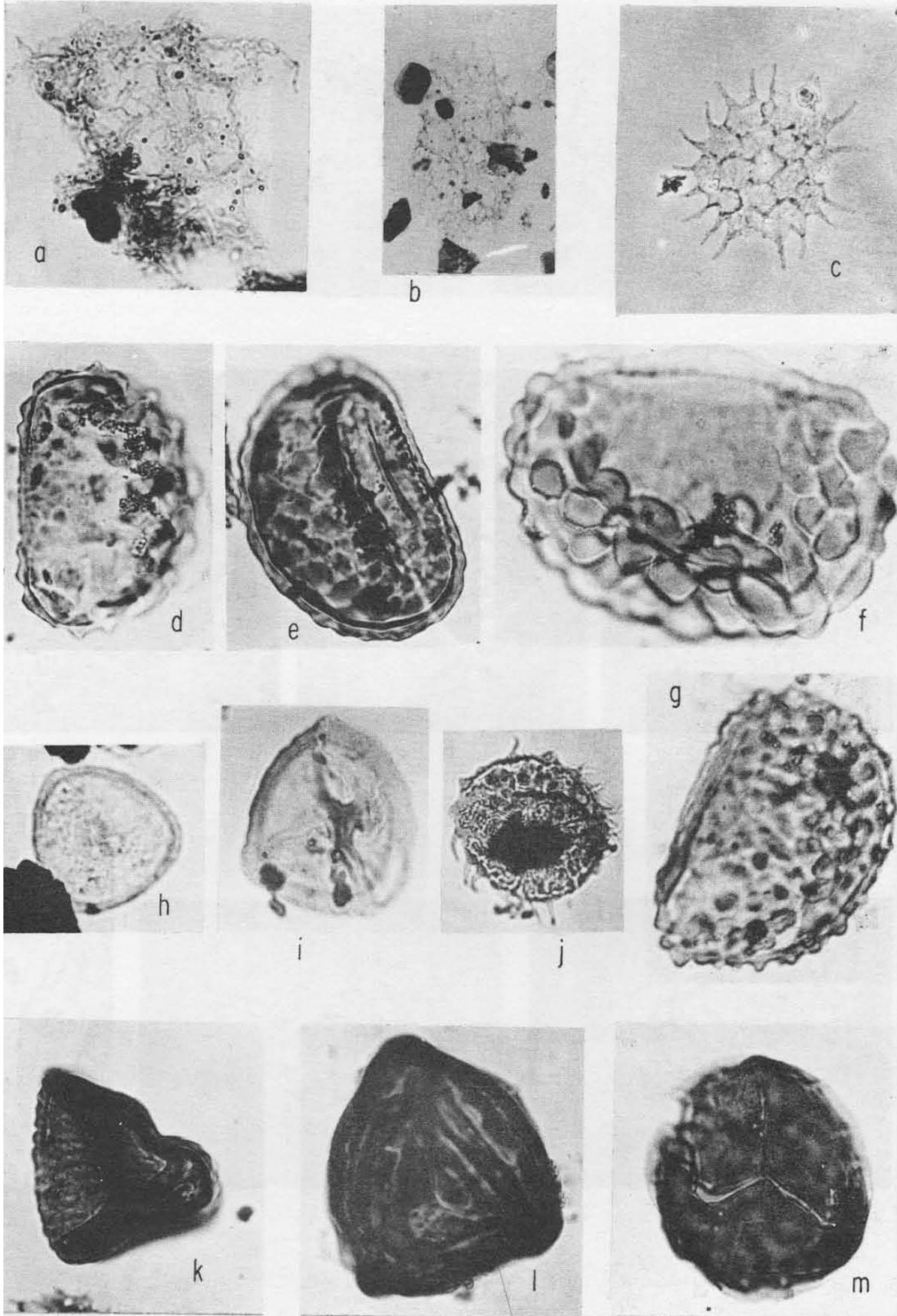


Figura 5.- Explicación en la página 160.

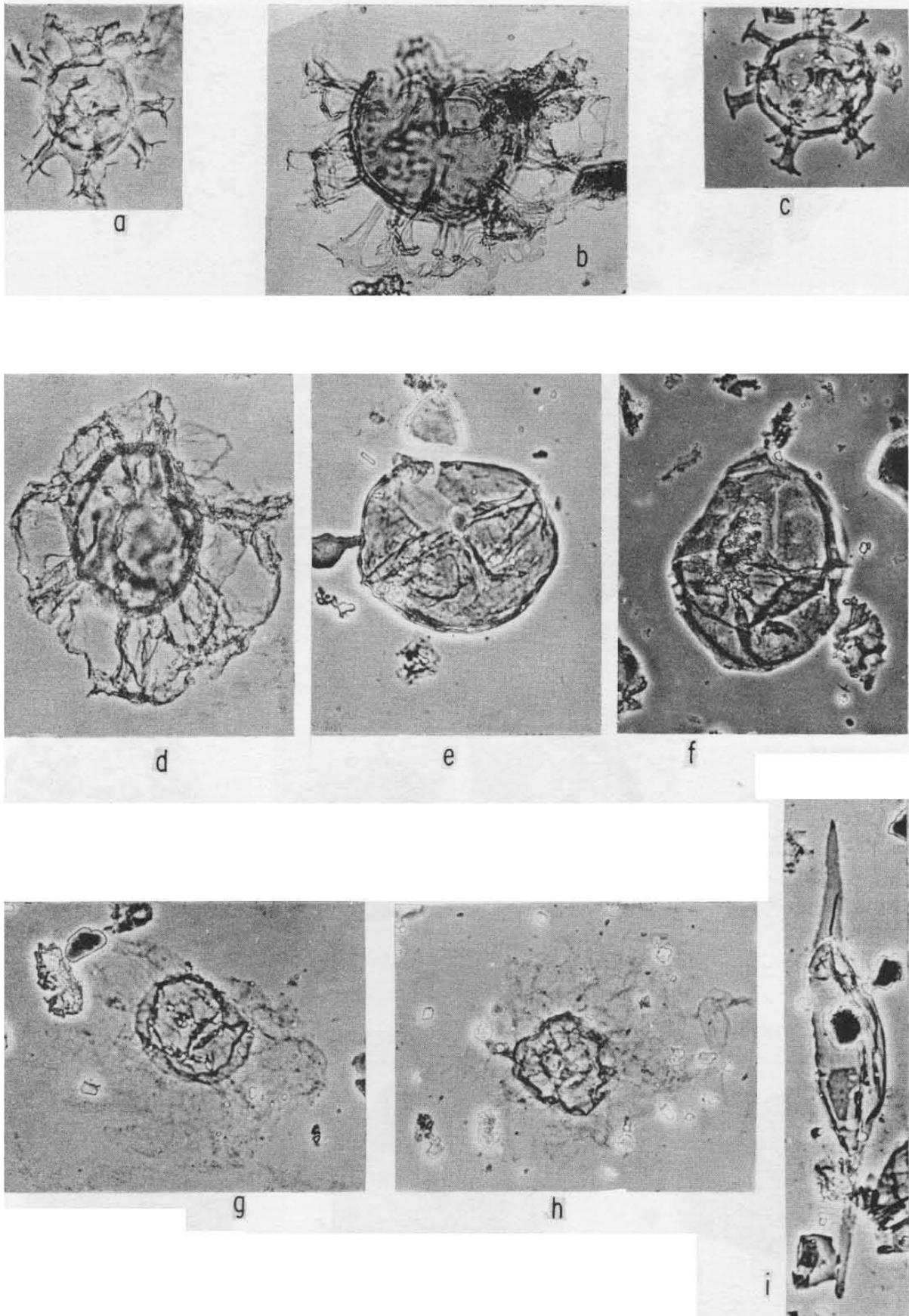


Figura 6.- Explicación en la página 164.

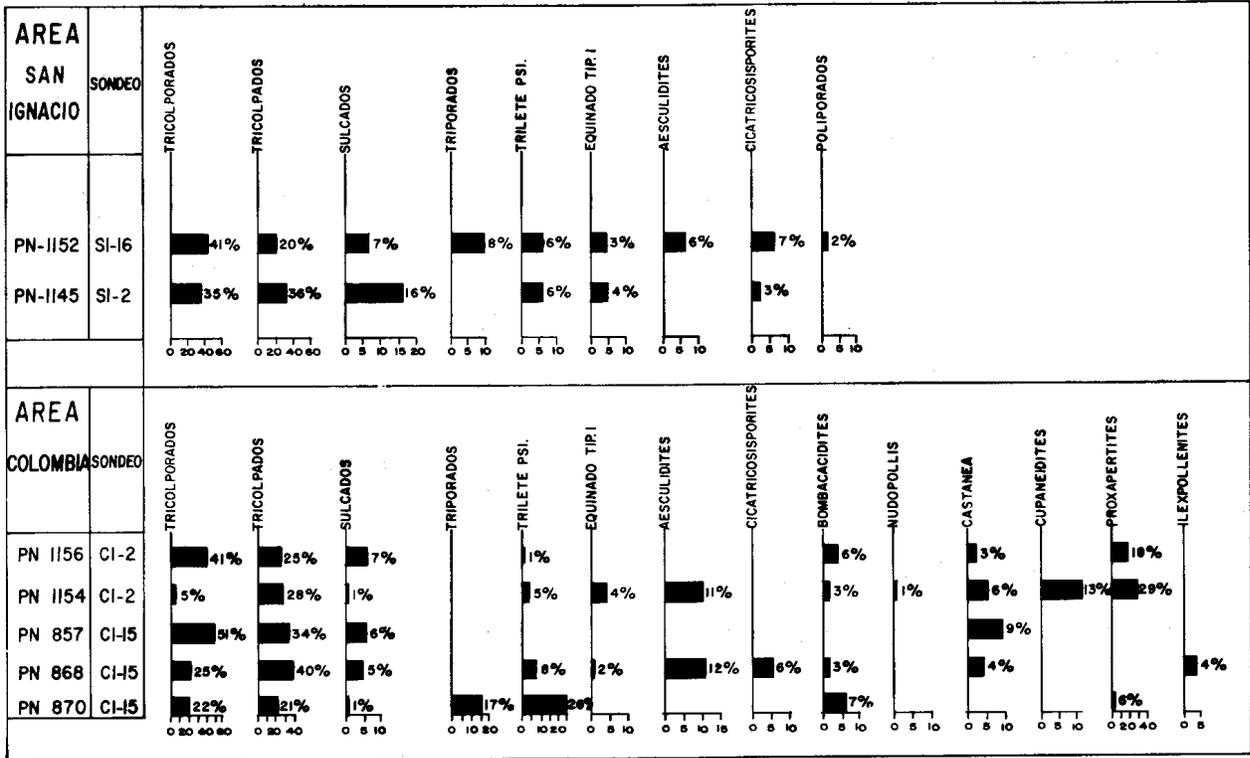


Figura 7.- Frecuencias relativas de palinomorfos de carbones, de las áreas San Ignacio-Colombia.

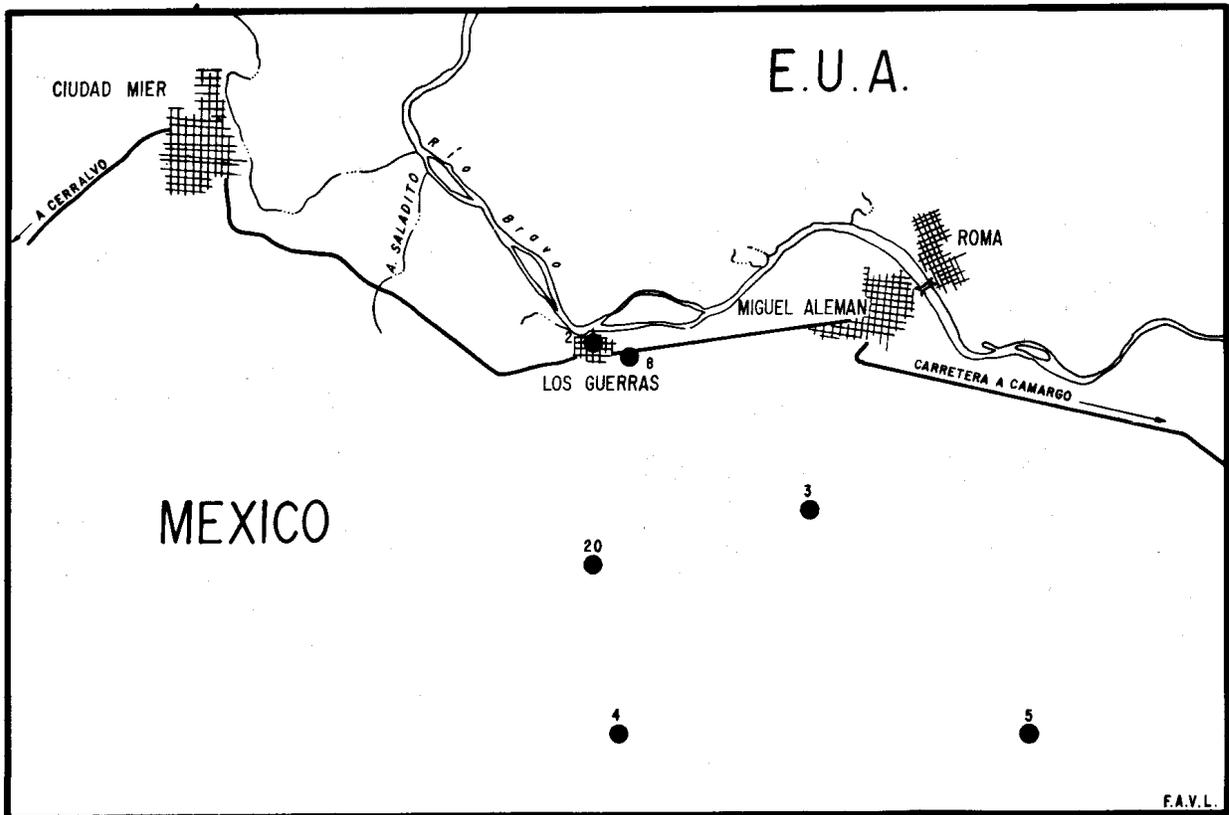


Figura 8.- Mapa de localización de los barrenos de la región de Miguel Alemán.

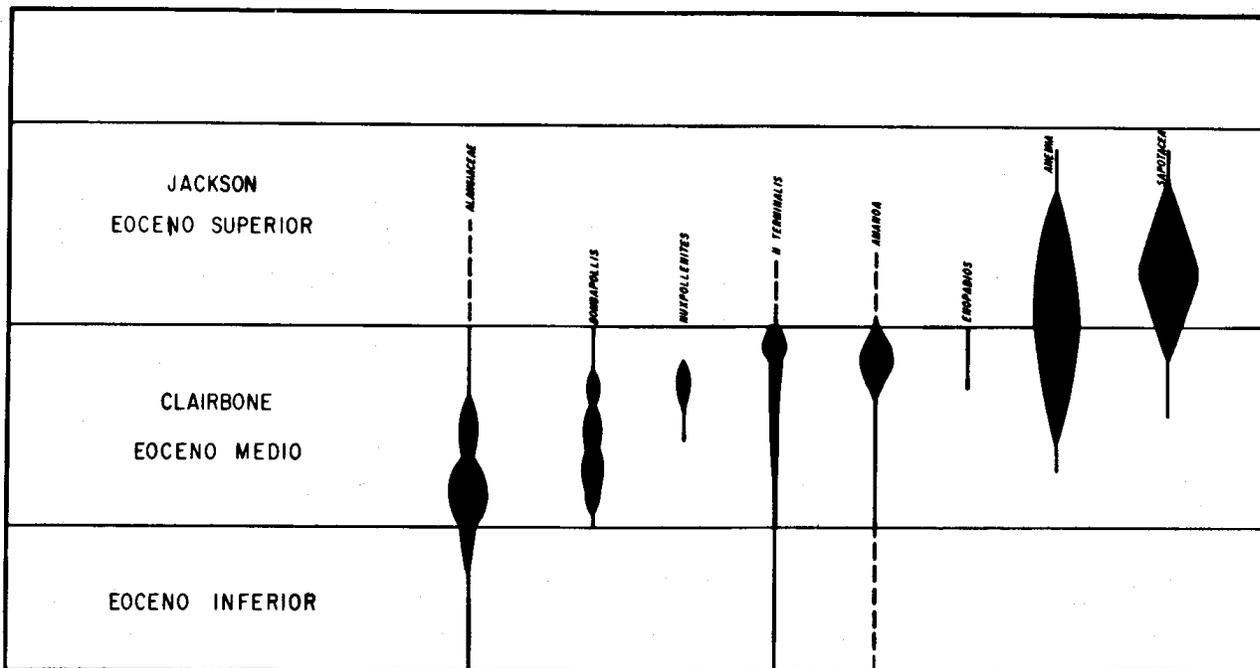


Figura 9.- Zonas de apogeo de polen y esporas en el SE de Texas (Elsik, 1974).

Figura 6.- a) *Achomosphaera* sp. x 500, (34 x 40 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1603(1). b) *Areoligera* sp. x 500, (66 x 50 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1063(1). c) *Cordosphaeridium* sp. x 500, (44 x 38 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1577(2). d) *Cyclonephelium* sp. x 500 (60 x 48 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1567(2). e) *Gonyaulacista* sp. A x 500 (68 x 70 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1577(5). f) *Gonyaulacista* sp. B x 500 (82 x 64 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1567(2). g) *Leiosphaeridia* sp. x 1000, (42 x 34 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1565(2). h) *Leiosphaeridia* sp. x 1000, (34 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1577(5). i) *Palaeocystodinium* sp. x 500, (80 x 24 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1577(2).

Figura 10.- a) *Homotryblium* sp. x 500, (52 x 40 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1567(4). b) *Lejeunia* cf. *L. hyalina* Gelach x 1000, (69 x 65 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1578(4). c) *Wetzeliella coleothrypta* William y Downie x 500, (92 x 90 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1578(3). d) *Rhombodinium draco* Gocht x 500, (94 x 90 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1566(7). e) *Wetzeliella articulata* Wetzels x 500, (90 x 90 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1554(2). f) *Rhombodinium draco* Gocht x 500, (86 x 80 micras). Localidad: Miguel Alemán. Preparación Pb-1550(9).

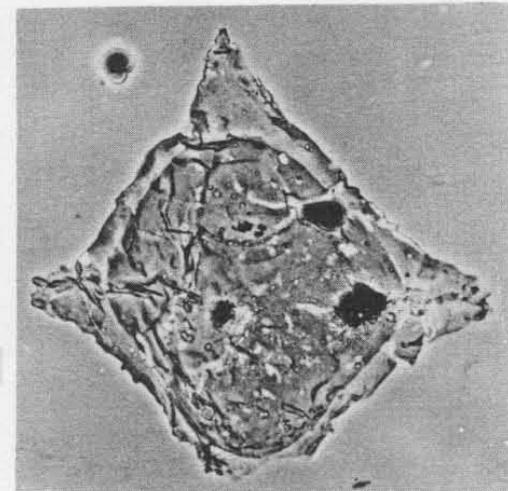
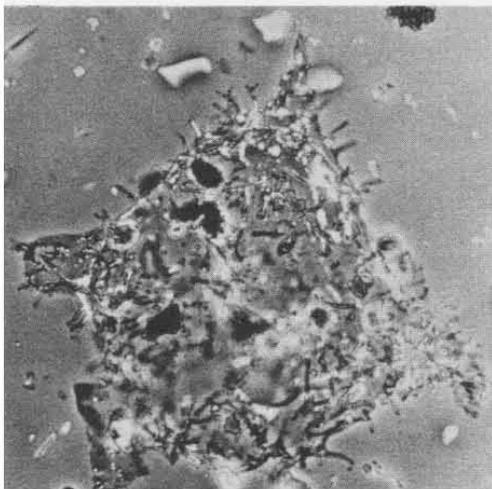
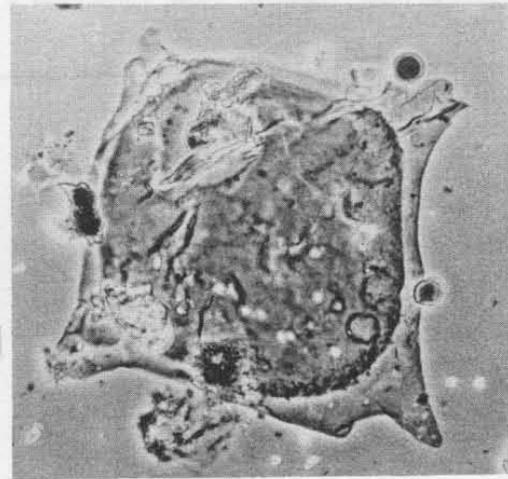
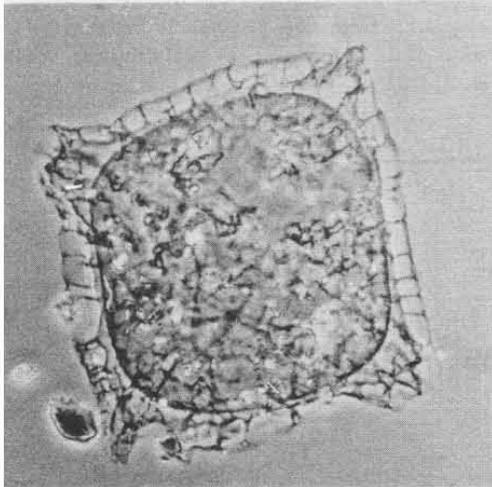
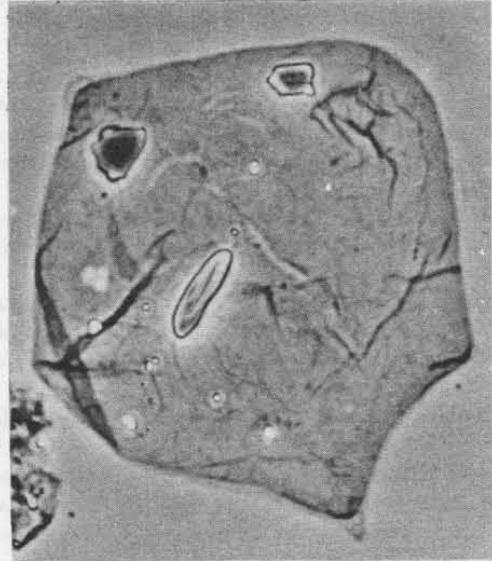
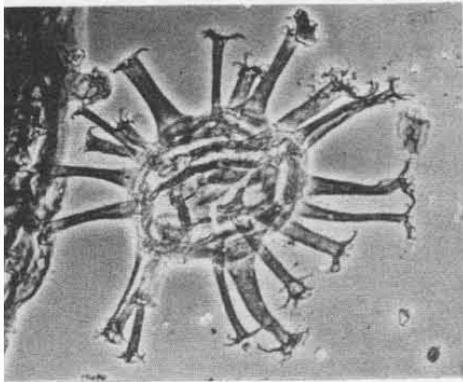


Figura 10.- Explicación en la página 164.

- Elsik, W.C., 1974, Characteristic Eocene palynomorphs in the Gulf Coast, U.S.A.: *Paleontographica B*, v. 149, p. 90-111.
- 1978, Palynology of Gulf Coast lignites; the stratigraphic framework of depositional environments: in: W. R. Kaiser, ed., *Gulf Coast Lignite Conference*. Texas Univ., Bur. Econ. Geology, Rept. Invest. 90, p. 21-32.
- Graham, Alan, 1976, Late Cenozoic evolution of tropical lowland vegetation in Veracruz, Mexico: *Evolution*, v. 29, p. 723-735.
- Langenheim, J.H., Hackner, Betty, y Bartlett, Alexandra, 1967, Mangrove pollen at the depositional site of Oligo-Miocene amber from Chiapas, Mexico: *Harvard Univ., Bot. Mus. Leaflets*, v. 21, p. 289-324.
- López-Ramos, Ernesto, 1979, *Geología de México*: México, D.F., t. 2, 454 p.
- Martínez-Hernández, Enrique, 1979, Palynologic analysis of paleoenvironments of deposition of Mesaverde Group, Craig, Colorado: Lansing, E.U.A., Michigan State Univ., disertación doctoral, 450 p., 30 fig., 29 lám., (inédita).
- Martínez-Hernández, Enrique, Ludlow-Wieches, Beatriz, y Sánchez-López, Magnolia, 1980, Palinología y sus aplicaciones geológicas: cuenca carbonífera de Fuentes-Río Escondido, Coahuila: Comisión Federal de Electricidad, Ediciones del Sector Eléctrico 16, 65 p., 21 fig., 4 lám.
- Rzedowski, Jerzy, y Palacios-Chávez, Rodolfo, 1977, El Bosque de *Engelhardtia (Oreomunnea) Mexicana* en la región de la Chinantla (Oaxaca, México); una reliquia del Cenozoico: *Bol. Soc. Bot. México*, v. 36, p. 93-123.
- Salas, Eloy, 1975, Catálogo ilustrado de palinomorfos fósiles de la República Mexicana: Inst. Mex. Petróleo, Publ. 75AE/181, 62 p.
- Tomasini-Ortiz, A.C., 1980, Estudio palinológico del Oligoceno de Simojovel, Chiapas, México: México, D.F., Univ. Nal. Autón. México, Fac. Ciencias, tesis de licenciatura, 109 p., 10 lám., (inédita).
- Tschudy, R.H., 1973, Stratigraphic distribution of significant Eocene palynomorphs of the Mississippi Embayment: U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 743-B, B-24 p.
- Verdugo-Díaz, F.J., 1980, Posibilidades carboníferas de las formaciones terciarias en el noreste de México: México, D.F., Comisión Federal de Electricidad, III Reunión Nal. de Geotecnia y Geotermia, Mem., t. 1, p. 211-215.