

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL TERCIARIO DE LA REGIÓN DE IXTAPA, ESTADO DE CHIAPAS—UN ENFOQUE PALINOESTRATIGRÁFICO

Enrique Martínez-Hernández*

RESUMEN

La Formación Ixtapa, integrada por rocas volcanosedimentarias, ha sido fechada recientemente como del Mioceno medio al Mioceno tardío. La investigación presente comprende el estudio del miembro medio en una sección de 15 m, localizada a 1 km al noroeste de Ixtapa, en la cual fueron recolectadas varias muestras de toba limolítica, cinco de las cuales resultaron ricas en palinomorfos, cuyo análisis palinológico aporta datos para la identificación del paleoambiente sobre el cual fueron depositadas las unidades litoestratigráficas involucradas, además de contribuir al conocimiento paleogeográfico y palinoestratigráfico de esta región del sudeste de México.

Los conjuntos palinológicos están caracterizados por el predominio de polen de angiospermas, con frecuencias que van del 60 al 83%, con representantes tanto de la flora paleotropical como de la flora neotropical. Dentro de las angiospermas más representativas en los conjuntos palinológicos, están aquellos taxa de hábitats costeros, como son la vegetación de manglar con *Rhizophora* spp. y *Pelliceria* spp. Otros elementos de importancia son *Engelhardtia* spp., las gramíneas y el género *Liliacidites*.

La abundancia y la diversidad de *Rhizophora* spp., con valores hasta del 46%, evidencian un clima tropical húmedo sobre una región costera de estuario, donde *Pelliceria* spp. formaba parte de la comunidad de manglar, mientras que la existencia de gramíneas sugiere la presencia de pastizales salinos en las proximidades de las lagunas o esteros.

Las variaciones porcentuales de *Liliacidites* a lo largo de la sección son paralelas a las fluctuaciones del polen de *Rhizophora* spp., lo que podría estar señalando la asociación de las plantas productoras de *Liliacidites* (Bromeliaceae, Liliaceae o Arecaceae) con la comunidad de manglar.

Las pteridofitas también alcanzaron proporciones significativas; entre los helechos predominan *Cyathea* y *Polypodium*, además de *Hemitelia* y *Pteris*, con *Lycopodium* y *Selaginella* entre las licopodiáceas. El grupo de las gimnospermas fue el menos representado, con frecuencias menores que el 12%, incluyendo *Pinus* spp. y cicadáceas.

Otro elemento arbóreo importante es *Engelhardtia* spp., con frecuencias que fluctúan entre el 5 y el 22% y, conjuntamente con *Rhizophora* spp., dominan en las asociaciones palinológicas, por lo que se postula que durante el Terciario los bosques de *Engelhardtia* habitaban las llanuras fluviales costeras.

En la sección estudiada fue observada una estrecha relación entre la abundancia de quistes de dinoflagelados y los porcentajes de *Rhizophora* spp., de tal manera que a todo aumento en la cantidad de dinoflagelados corresponde un incremento en el polen de *Rhizophora* spp., lo que permite considerar que un ciclo transgresivo haya predominado a lo largo de la sección. Entre los dinoquistes, los más importantes son *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* cf. *S. ramosus* y *Areoligera senonensis*, todos pertenecientes al grupo de quistes gonyaulacoides, taxa planctónicos presentes siempre en ambientes marinos.

En síntesis, los sedimentos volcanoclásticos que constituyen esta parte del miembro medio de la Formación Ixtapa fueron depositados en un ambiente marino nerítico, cercano al continente, donde existía una abundante flora tropical bordeada por manglares muy bien desarrollados y diversificados.

Palabras clave: palinología, estratigrafía, ambiente, Terciario, Ixtapa, Chiapas, México.

ABSTRACT

The Ixtapa Formation is a volcanoclastic unit which has been dated from middle Miocene to late Miocene. This survey encompasses the middle member of Ixtapa Formation, in a section of about 15 m located at the federal highway 195, about 1 km northwest of Ixtapa toward Soyaló. In this outcrop, several silty to arenaceous tuff samples were taken throughout the section; of these, only five samples were positive with a rich assemblage of pollen, spores and dinocysts, upon which the analysis was carried out.

The palynological assemblages were characterized by the dominance of angiosperms with affinities to both the paleotropical and the neotropical floras. The taxa more representative were elements belonging to wet coastal ecosystems, such as mangrove vegetation with *Rhizophora* spp. and *Pelliceria* spp. Other important taxa included were *Engelhardtia* spp., grasses and form genera *Liliacidites*.

In the assemblage, the highest frequency (up to 46%) and greatest diversity were reached by *Rhizophora* spp., evidencing a wet tropical climate on a coastal estuarine environment, where *Pelliceria* spp. was part of the mangrove community, while the amount of grass pollen suggests the presence of grassy salt marshes. The relative frequencies of *Liliacidites* throughout the section were correlative with the fluctuations of *Rhizophora* spp., suggesting a close relationship between the plants included in the

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

form genus *Liliacidites* (Bromeliaceae, Liliaceae or Arecaceae) and the mangrove community.

The pteridophytes also constituted an important percentage of the assemblages, from 9 up to 34%, mostly represented by ferns as *Cyathea* and *Polypodium*, *Hemitelia* and *Pteris*, with *Lycopodium* and *Selaginella* among the lycopods. The group of the gymnosperms was the less abundant, with the lowest diversity, including only *Pinus* spp. and pollen grains of cycads.

Other important arboreal taxa were represented by *Engelhardtia* spp., with frequencies that reached 22% and jointly with *Rhizophora* spp. constituted the main component in the assemblages; due to the high diversity of the first one, it is postulated that during the Tertiary these arboreal elements inhabited the floodplain close to the shoreline.

Throughout the section, a close relationship between the abundance of dinoflagellate cysts and *Rhizophora* spp. frequencies is readily observed; hence, to an increase in the amount of dinocysts corresponds an enlargement of *Rhizophora* spp. in the assemblages.

The most important dinocysts were *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* cf. *S. ramosus* and *Areoligera senonensis*; all three species are gonyaulacoid cysts always present in marine environments.

In conclusion, the volcanoclastic sediments that formed the middle member of the Ixtapa Formation were deposited in a marine environment close to the shoreline, where an abundant tropical flora, bordered by a well-developed and diversified mangrove forest, proliferated.

Key words: palynology, stratigraphy, environment, Tertiary, Ixtapa, Chiapas.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación presenta algunos de los resultados de las prospecciones palinológicas que el Instituto de Geología ha llevado a cabo en el sudeste de México, particularmente en la región de Ixtapa, Estado de Chiapas (Figura 1). El objetivo primordial de este estudio es llegar a un conocimiento e interpretación mejores de la estratigrafía de esta parte del Terciario de Chiapas—donde otros métodos paleontológicos tradicionales han fallado—y así contribuir al esclarecimiento de la geología histórica de la región.

Este estudio representa, en sí mismo, una contribución a la palinoestratigrafía—de valor sólo regional, en el área de Ixtapa—

de las unidades volcanoclásticas, datadas inicialmente por Langenheim y Frost (1964) como del Mioceno tardío al Plioceno temprano. Además de los fines estratigráficos, otro aspecto de interés que se desprende de este estudio es la contribución de la palinología a la dilucidación del ambiente sedimentario donde fueron depositadas las unidades litoestratigráficas, para poder así entender la paleogeografía de la región. Por último, el enfoque paleoambiental está muy ligado con el paleoecológico, el cual está basado en la definición de la posible afinidad de los tipos polínicos fósiles, para poder ser relacionados con las especies botánicas recientes, cuyos patrones de distribución y tolerancias ecológicas son bien conocidos y permiten generar hipótesis paleoecológicas y paleogeográficas.

De acuerdo con Germeraad y colaboradores (1968), los sedimentos terciarios tropicales contienen en sus conjuntos palinológicos hasta 1,000 especies diferentes; sin embargo, para fines estratigráficos, sólo 200 palinomorfos pueden ser importantes en una cuenca dada. En consecuencia, a fin de llegar al establecimiento de una zonación palinoestratigráfica en el sudeste de México, es necesario estudiar un número mayor de muestras en una cuenca, así como un número mayor de cuencas del Terciario de la parte meridional de América del Norte y de América Central. En este sentido, los estudios que a continuación se mencionan son contribuciones valiosas hacia el establecimiento de la palinoestratigrafía de la región: Graham y Jarzen (1969), Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984), Graham (1976) y Palacios-Chávez (1985). No obstante, todavía no ha sido posible una integración de esta información para analizar y comparar los conjuntos de polen y esporas, con el fin de evaluar las diferencias producidas, en primer lugar, por los cambios evolutivos y, por otra parte, por los fenómenos migratorios o de carácter sedimentario (como son los causados por los cambios de facies), y de esta manera establecer el valor cronoestratigráfico de los palinomorfos que fueron encontrados en la región. Por los motivos antes expuestos, en esta contribución no se intenta establecer una zonación palinoestratigráfica en la región de Ixtapa.

ESTRATIGRAFÍA

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Las unidades litoestratigráficas del Terciario continental en el área de Ixtapa-Soyaló fueron inicialmente descritas por Langenheim y Frost (1964), quienes emplearon informalmente el nombre "Formación Ixtapa", para incluir a las unidades continentales, de 3,500 m de espesor, integradas por tres miembros: La base de la formación es un miembro conglomerático de 1,300 m

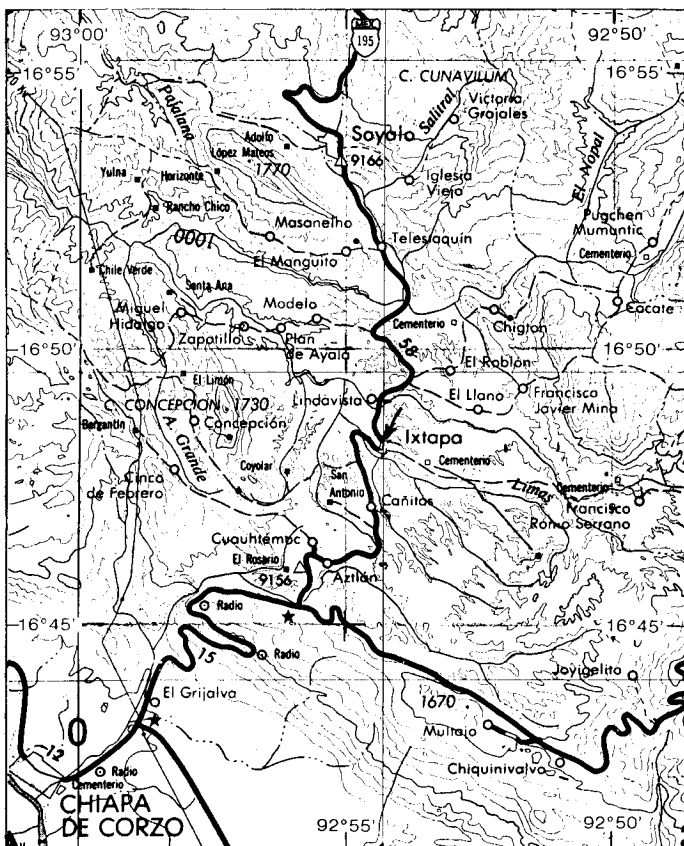


Figura 1.- Mapa de localización del área de Ixtapa, Estado de Chiapas; la flecha indica la localidad de río Hondo (tomado de INEGI, 1982).

de espesor; el miembro medio, de 1,800 m de espesor, está caracterizado por brecha tobácea, arenisca tobácea, lodolita y, ocasionalmente, capas conglomeráticas; y el miembro superior, de 1,400 m, es un conglomerado similar al que se presenta en el miembro inferior, con algunas intercalaciones de argilita y arenisca tobácea. Finalmente, Frost y Langenheim (1974) publicaron los resultados de sus estudios estratigráficos, estableciendo por primera vez la subdivisión del Cenozoico en la región de Ixtapa-Soyaló, refiriéndose a la unidad que comprende este estudio como Grupo Río Hondo Indiferenciado.

Ferrusquía-Villafranca (1990) llevó a cabo un nuevo estudio geológico-estratigráfico de la región de Ixtapa, mismo que le permitió reinterpretar la geología estructural y redefinir la Formación Ixtapa como constituida por una secuencia volcánica predominantemente piroclástica, con interstratos de calcilita guijarrosa, que son más frecuentes hacia la parte superior; el espesor de la unidad coincide con el planteado por Frost y Langenheim (1974), que es de 3,500 m, y sus estratos tienen inclinaciones moderadas hacia el sudeste, estando afectados por fallas de tipo normal.

En este estudio se sigue la estratigrafía de Langenheim y Frost (1964); en consecuencia, las muestras que comprende esta investigación provienen del miembro medio, donde son abundantes la argilita y la lutita con moluscos y carofitas.

EDAD

Inicialmente, gracias a los hallazgos fósiles, se ha podido datar la Formación Ixtapa. Así, primeramente, Langenheim y Frost (1964) citaron la presencia de un molar de *Gomphotherium*, que les permitió fechar a esta secuencia como miocénica tardía o pliocénica temprana.

Posteriormente, Daily y Durham (1966), en su estudio sobre carofitas, mencionaron, además, el équido *Hipparion* y consideraron una edad pliocénica para las unidades involucradas. Ferrusquía-Villafranca (1978), basándose en Frost y Langenheim (1974), también asignó la fauna local Ixtapa al Mioceno tardío; posteriormente, el mismo autor en 1990, con base en una reevaluación de las evidencias paleontológicas y fechamientos radiométricos, ubicó a la Formación Ixtapa dentro del intervalo comprendido entre el Mioceno medio-temprano y el Mioceno tardío-temprano.

AMBIENTE DE DEPÓSITO

El ambiente en el cual se depositó la Formación Ixtapa siempre ha estado sujeto a discusión. Así, inicialmente, Daily y Durham (1966), con base en el estudio de carofitas, postularon un ambiente continental lacustre o un ambiente transicional salobre, como un estuario o una laguna, afinando la interpretación inicial de Langenheim y Frost (1964), quienes sólo la consideraban como una secuencia no marina. Ferrusquía-Villafranca (1990) insistió en que las variedades volcánoclasticas y epiclasticas indican sedimentación continental, en ambientes fluvioacustres, de energía baja, y en gran parte con sedimentos texturalmente inmaduros. El espesor considerable de esta unidad indica un hundimiento de la cuenca penecontemporáneo a la sedimentación, conjuntamente con la actividad volcánica en el área.

En esta investigación, se encontró que en los conjuntos palinológicos abundan el polen de manglar y los quistes de dinoflagelados, lo que ayuda a establecer que, al menos durante el depósito del miembro medio, éste ocurrió en un ambiente transicional, ya sea en una laguna o zona estuarina o en un ambiente marino, de plataforma nerítica, cercana al continente.

Lo anterior prueba, definitivamente, la naturaleza no continental de dichos sedimentos, postulada por otros autores.

LOCALIDAD RÍO HONDO

Este afloramiento se encuentra expuesto en la orilla derecha de la carretera federal núm. 195, a 1 km al noroeste de Ixtapa, pasando el puente sobre el río Hondo rumbo a Soyaló (Figura 1). La localidad se encuentra a una altitud de 1,120 m s.n.m.m., a una longitud de 92°154'22"W y a una latitud de 16°48'12"N. Esta pequeña sección, de aproximadamente 15 m (Figura 2), es un buen ejemplo de la naturaleza volcánoclastica característica del miembro medio, formado por diversas tobas vítreas de color gris amarillento, anaranjado, grisáceo y gris oliváceo claro. El material tobáceo analizado constituye limolitas muy finas a gruesas granulométricamente, muy bien estratificadas, en ocasiones con restos de hojas y tallos muy fragmentados de angiospermas, gasterópodos y oogonios de

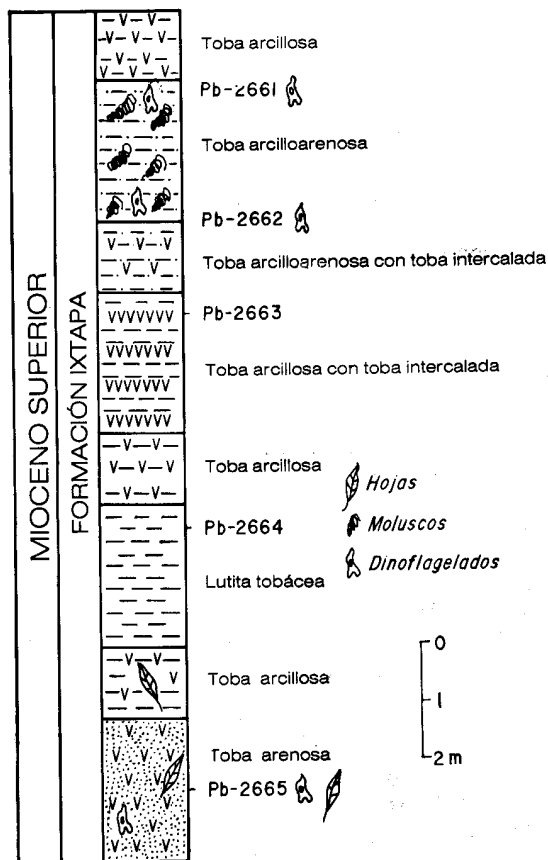


Figura 2.- Columna estratigráfica del área de Ixtapa-Soyaló, donde se muestra los niveles de muestreo.

Tabla 1. Registro y litología de las muestras estudiadas.

Colección Pb Inst. Geología	Registro de campo	Litología
2661	23-3-83-5	Toba arcilloarenosa verde olivo claro
2662	23-3-83-6	Toba arcilloarenosa gris verdosa claro con horizontes de toba
2663	23-3-83-7	Toba arcillosa verde olivo
2664	23-3-83-8	Lutita tobácea verde olivo grisácea
2665	23-3-83-9	Toba arenosa verde olivo

carofitas. A continuación, se describe las características litológicas de cada una de las muestras (Tabla 1).

Como se puede apreciar, la mayoría de los sedimentos analizados consiste en material limolítico volcano-sedimentario, donde existen moluscos gasterópodos en Pb 2661 y fragmentos carbonosos de plantas en Pb 2664 y Pb 2665 (Figura 2).

METODOLOGÍA

En el laboratorio, las muestras fueron procesadas con los métodos tradicionales empleados en la palinología para la extracción de palinomorfos, usando ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico y ácido nítrico, y flotando la materia orgánica en bromuro de zinc. El kerógeno no insoluble que así se obtuvo fue diluido en hidroxiacetilcelulosa, de donde se toma una alícuota que se coloca sobre un portaobjetos en una parrilla; al secarse, se monta finalmente el cubreobjetos en un portaobjetos con bálsamo de Canadá.

Las observaciones palinológicas fueron realizadas en un fotomicroscopio Zeiss, empleando el objetivo de inmersión. Por muestra fue contado un total de 100 palinomorfos de una manera aleatoria, calculándose el espectro polínico con base en la frecuencia relativa de las especies que están presentes en cada muestra.

RESULTADOS

En esta investigación, en los conjuntos palinológicos observados no puede establecerse cambios evolutivos o migratorios en respuesta a cambios climáticos, concluyéndose que las diferencias que presentan los conjuntos palinológicos están controladas por los cambios de facies, es decir, por el tipo de litología que refleja diferencias ambientales. Así, mientras que en la base de la sección los quistes de dinoflagelados son muy escasos (Pb 2265) o no están presentes (Pb 2664 y Pb 2663), hacia la cima de la misma se incrementa la cantidad de ellos, con un 9% en Pb 2662 y un 15% en Pb 2661 (Figura 3), lo cual, aunado a la abundancia en los mismos estratos de ciertos tipos polínicos, tales como *Rhizophora* spp. y *Pelliceria* spp., refuerza la hipótesis que sugiere un depósito en un ambiente lagunar o nerítico de plataforma cercano al continente.

En general, el conjunto palinológico está caracterizado por el predominio de angiospermas, dentro de las cuales puede

agruparse a los taxa en cinco grupos: *Rhizophora* spp., *Engelhardtia* spp., *Pelliceria* spp., gramíneas y liliáceas (Figura 4).

En menor proporción, siguen en importancia las esporas de pteridofitas; entre los taxa de helechos con representatividad están *Cyathea*, *Polypodium*, *Hemitelia* y *Pteris*. También están representadas las lycopodiáceas con varias especies de *Lycopodium* y *Selaginella* (Lámina 1, figuras 1-6) y, en menor número, granos de polen de *Anemia* spp. En sí mismos, los conjuntos de esporas de pteridofitas, con abundancia y diversidad de *Polypodium* spp. y *Cyathea* spp., indican un clima muy húmedo y cálido sobre las planicies y elevaciones del continente.

El grupo de las gimnospermas se encuentra siempre con frecuencias menores que el 12%, estando representado por granos bisacados del género *Pinus* (Lámina 1, figura 7) y granos sulcados pertenecientes a cícadáceas. Dentro del grupo de las gimnospermas, la escasez de granos de polen de *Pinus* spp. se puede considerar como una evidencia indirecta del bajo relieve que prevalecía en el continente en dicha región, ya que de haber existido elevaciones considerables, hubieran sido pobladas por comunidades templadas de coníferas, cuyos granos de una u otra manera quedarían muy bien representados en la cuenca de depósito, lo cual no es el caso que nos ocupa. La otra hipótesis alternativa consiste en considerar el aspecto sedimentológico del transporte de los granos de *Pinus* spp. hacia las facies oceánicas más alejadas del continente, situación que se presenta actualmente en sedimentos recientes en el golfo de California (Cross et al., 1966).

Estos datos contrastan con los encontrados por Palacios-Chávez (1985), quien, en la región de Pichucalco, Chiapas, cita en sedimentos del Mioceno medio-inferior un conjunto palinológico caracterizado por *Engelhardtia*, además de la abundancia de *Picea*, *Pinus* y *Melastomataceae*. Aunque, en general, el conjunto palinológico de Ixtapa es semejante al de Pichucalco, en cuanto a la abundancia de *Engelhardtia* y esporas de *Polypodium* y *Cyathea*, existen diferencias importantes en el área de Ixtapa, donde los granos de polen de gramíneas y liliáceas alcanzan elevados porcentajes.

Las diferencias mencionadas entre esta investigación y la de Palacios-Chávez (1985) se puede explicar, en primer término, con base en la geocronología de las rocas estudiadas; otro elemento que pudiera considerarse serían las facies distintas en ambos casos, ya que en el caso de Pichucalco los granos de polen de *Rhizophora* spp. no son tan abundantes, lo cual indica

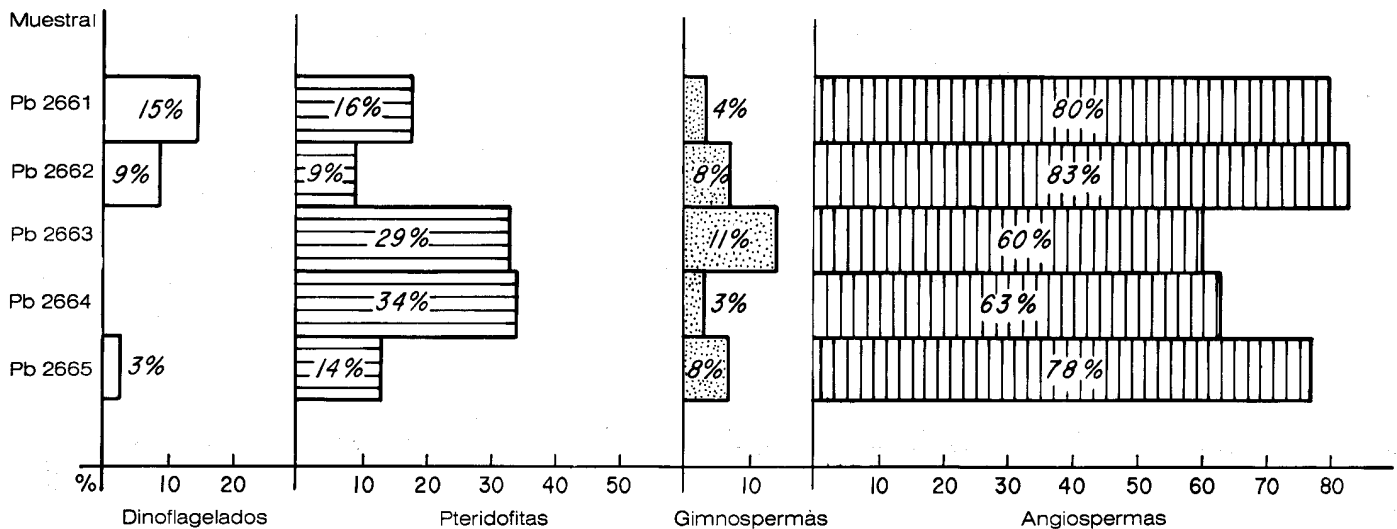


Figura 3.- Histograma de distribución de la frecuencia relativa de los grupos principales de palinomorfos.

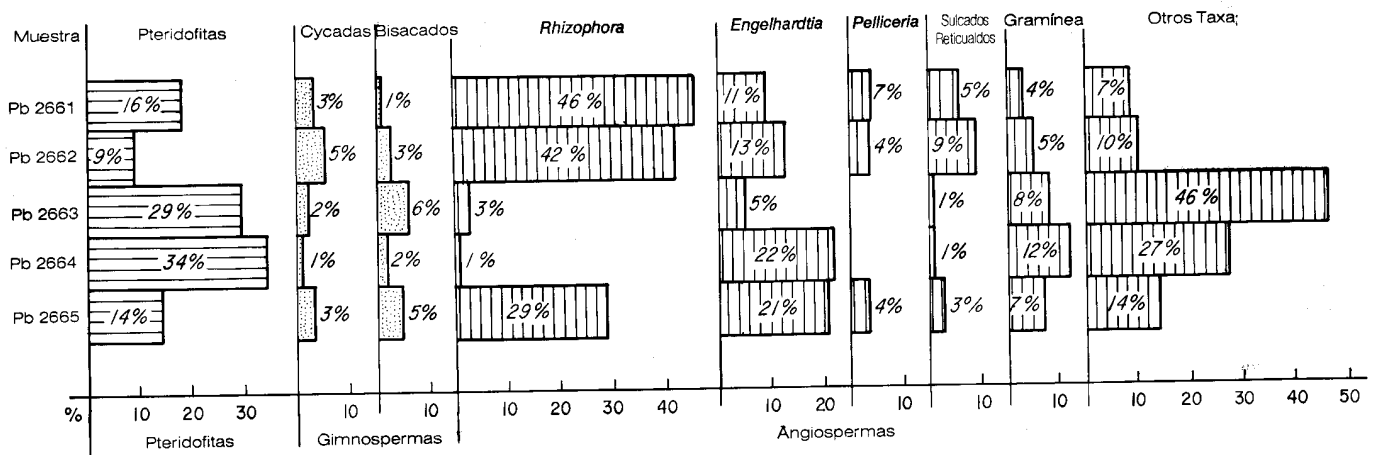


Figura 4.- Histograma de distribución de la frecuencia relativa de los grupos principales de polen y esporas.

un paleoambiente de plataforma, alejado de la influencia de los manglares. La otra alternativa sería climatológica, y en ella el conjunto de Pichualco indicaría un enfriamiento general durante el Mioceno medio-temprano, que favoreció la proliferación de *Picea*, *Pinus* y *Quercus*, manteniéndose la temperatura baja que impidió el establecimiento apropiado de *Rhizophora* spp. Además, si se asocia este descenso de temperatura con la primera glaciación del Mioceno, esto implicaría el descenso del nivel del mar y, en consecuencia, una regresión generalizada que no favorecería las condiciones adecuadas para el establecimiento de un manglar. En conclusión, las diferencias cualitativas y cuantitativas que existen en ambos conjuntos palinológicos fueron causadas, primordialmente, por la cronoestratigrafía, aunque en este caso no se contemple cambios evolutivos en las floras, sino más bien migraciones de floras en respuesta a cambios climatológicos o topográficos, manteniéndose en ambos casos el predominio de *Engelhardtia* spp.

Aunque el objetivo primario de los estudios palinológicos sea bioestratigráfico, es de particular interés en rocas neogénicas poder relacionar el polen y las esporas fósiles con sus contrapartes recientes, con el fin de poder extrapolar los requerimientos ecológicos de los taxa representados aun en la vegetación actual, con la contraparte fósil, particularmente a partir del Mioceno, tiempo durante el cual ya estaban establecidos los mosaicos básicos de vegetación, mismos que fueron modificados por los eventos de las orogenias terciarias y las glaciaciones pleistocénicas que moldearon finalmente los cinturones de vegetación moderna. Así, aplicando el principio del actualismo, se puede aportar información valiosa en las reconstrucciones paleogeográficas y en las consideraciones paleoclimáticas que hayan prevalecido en los continentes en un momento dado,

ampliándose de esta manera las contribuciones de la palinología en la geología histórica.

En general, al tratar de identificar al polen fósil y relacionarlo con taxa vivientes, se puede distinguir tres casos: (1) especies fósiles, cuya afinidad botánica sea totalmente desconocida, que consecuentemente representen plantas extintas; (2) especies fósiles que puedan ser referidas a más de un grupo de plantas—necesariamente relacionadas—pero cuyas características sean insuficientes para decidir con qué grupo específico de plantas esté relacionado dicho polen; (3) especies fósiles que, debido a sus rasgos morfológicos únicos, sean características y, por lo tanto, puedan ser asignadas con certeza a plantas recientes, e.g. la forma género *Zonocostites*, que representa especies de *Rhizophora* extintas y actuales.

A continuación se discute las especies fósiles que dominan el espectro palinológico:

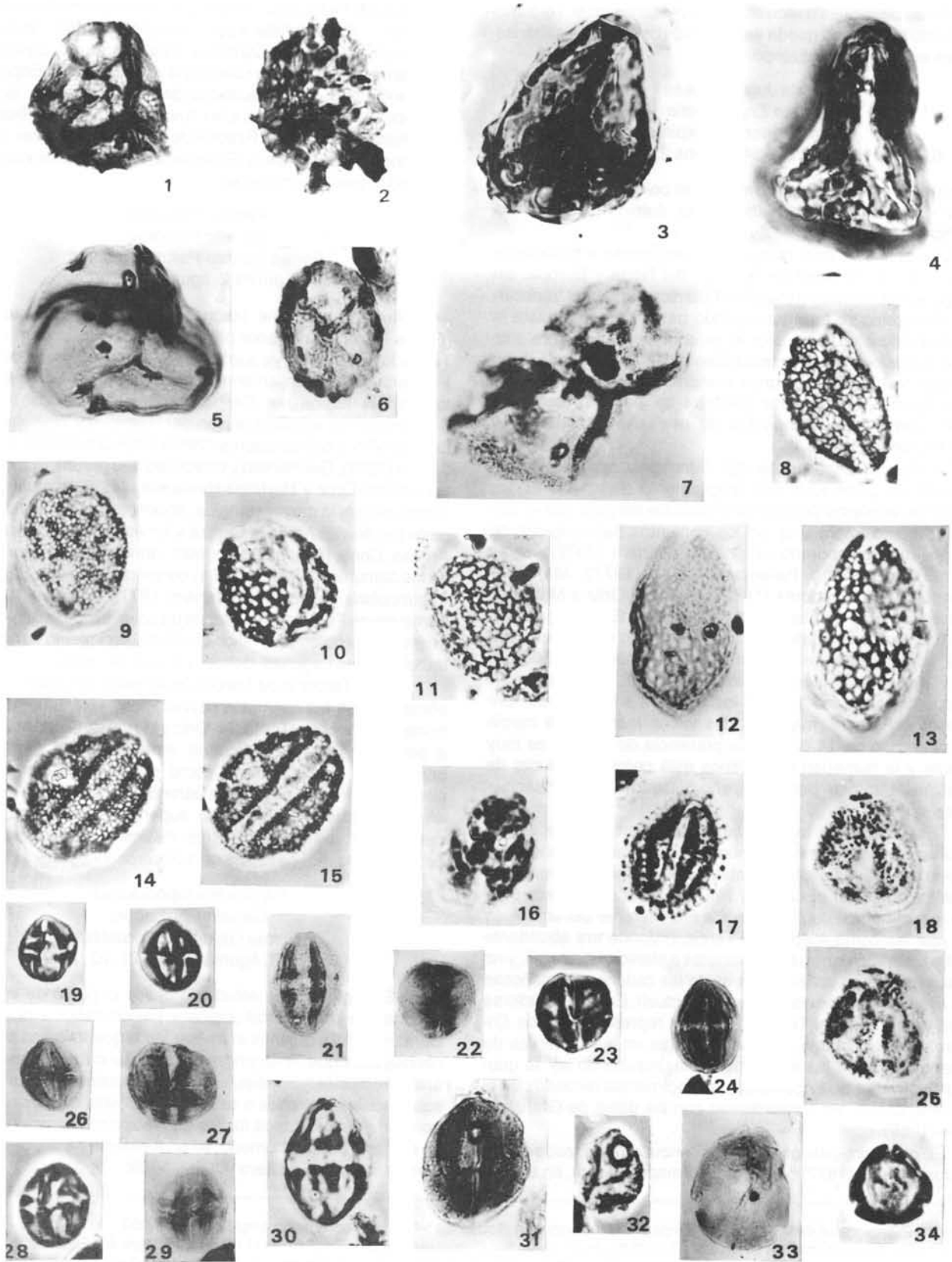
Familia Poaceae Forma género *Monoporites*

La presencia y abundancia de gramíneas (Poaceae) en los trópicos está en la actualidad restringida a "vegetación abierta" (llanos y sabanas), donde las estaciones marcadas favorecen extensivamente el desarrollo de los pastizales. Otra alternativa paleoecológica consiste en considerar las gramíneas que proliferan en regiones estuarinas asociadas a pantanos, esteros o lagunas. En ambos casos, debe considerarse que el transporte de este tipo de polen puede ser por ríos y vientos, aun cuando en sedimentos recientes marinos este tipo de polen sea escaso (Muller, 1959).

En el caso de esta investigación, la presencia de granos de gramíneas es constante, variando entre 7% en la base, pasando por 12, 8, 5 y 4% hacia la cima. Lo anterior indica la posible

Lámina 1.- Palinomorfos de la Formación Ixtapa (Mioceno superior). Todas las fotografías están amplificadas x 1,000.

Figura 1—*Lycopodium* tipo A, Pb 2661-2 (109.1 x 19.0); figura 2—*Selaginella* tipo A, Pb 2661-2 (109.2 x 16.6); figura 3—*Lycopodium* tipo B, Pb 2661-1 (100.2 x 3.8); figura 4—*Pteris*, Pb 2661-3 (111.3 x 16.6); figura 5—*Cyathea* sp. 1, Pb 2661-3 (103.4 x 13.9); figura 6—*Selaginella* tipo B, Pb 2661-2 (109.2 x 16.6); figura 7—*Pinus* sp., Pb 2661-3 (110.2 x 19.8); figura 8—*Tillandsia* sp. 1, Pb 2661 (4) (103.8 x 9.5); figura 9—Liliaceae tipo A, Pb 2661-1 (113 x 5.2); figura 10—Bromeliaceae tipo A, Pb 2661-3 (111.4 x 14.8); figura 11—*Catopsis* sp., Pb 2661-1 (103.4 x 21.6); figuras 12 y 13—Bromeliaceae tipo B, Pb 2661-3 (101.2 x 23.5); figuras 14 y 15—Liliaceae, Pb 2661-4 (117.1 x 15.6); figura 16—*Eperua* sp., Pb 2661-2 (111.2 x 13.2); figura 17—*Ilex* tipo B, Pb 2661-3 (110.1 x 17.6); figuras 18 y 25—*Ilex* tipo B, Pb 2661-3 (109.2 x 7.4); figura 19—*Rhizophora* tipo A, Pb 2661-2 (115.8 x 20.6); figuras 20 y 26—*Rhizophora* tipo B, Pb 2661-2 (111.1 x 14.0); figura 21—Tricolporado reticulado tipo B, Pb 2661-3 (107.5 x 20.7); figuras 22 y 23—*Rhizophora* tipo C, Pb 2661-4 (102.2 x 9.9); figura 24—Tricolporado reticulado tipo C, Pb 2661-3 (89.9 x 10.4); figura 27—*Rhizophora* tipo C, Pb 2661-4 (106 x 6.4); figuras 28 y 29—*Rhizophora* tipo C, Pb 2661-3 (101.2 x 23.5); figura 30—Hexacolpado psilado, Pb 2661-1 (105.7 x 10.2); figura 31—Tricolporado reticulado tipo A, Pb 2661-3 (99 x 14.8); figura 32—*Ayenia* sp. (Sterculiaceae), Pb 2661-3 (98 x 21.9); figura 33—*Engelhardtia* tipo A, Pb 2661-2 (119.2 x 18.9); figura 34—*Engelhardtia* tipo B, Pb 2661-2 (112.2 x 20.9).



PALINOMORFOS DE LA FORMACIÓN IXTAPA

presencia de pastizales asociados a los estuarios en el Terciario de Chiapas, aunque no queda excluida la existencia de sabanas naturales en este mismo tiempo.

Familia Juglandaceae

Género *Engelhardtia*

Forma Género *Momipites*

(Lámina 1, figuras 33–34; Lámina 2, figuras 1-6)

En este estudio, *Engelhardtia* es el polen de mayor diversidad y, conjuntamente con *Rhizophora*, domina los conjuntos palinológicos (Figura 4).

Este polen es muy común y se encuentra ampliamente distribuido en el Terciario de América del Norte y Europa; sin embargo, su distribución geográfica holártica durante el transcurso del Cenozoico se fue restringiendo paulatinamente hasta la actualidad (Nichols, 1973). Por lo anterior, en el presente sólo ocupa el sudeste asiático, América Central y México, donde dicho taxón está restringido a algunos manchones de vegetación de bosque lluvioso de montaña (bosque de neblina), conocido también como bosque mesófilo de montaña (Rzedowski y Palacios-Chávez, 1977).

En México, *Engelhardtia* spp. (*Momipites* spp.) es uno de los granos de polen fósil más ampliamente distribuido en las formaciones terciarias del noreste y sudeste del país, por lo que es citado como importante en los conjuntos palinológicos de Langenheim y colaboradores (1967), Graham (1972), Salas (1975), Rzedowski y Palacios-Chávez (1977), Martínez-Hernández y colaboradores (1982), Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984) y Palacios-Chávez (1985). En la vegetación reciente, *Engelhardtia* habita el bosque mesófilo de montaña con alturas superiores a los 850 m s.n.m.m., hasta los 2,000 m s.n.m.m. Así, en el Estado de Oaxaca, el bosque de *Engelhardtia* se encuentra entre los 1,400 y los 2,050 m s.n.m.m., siempre habitando en climas muy húmedos y con temperatura media anual del orden de 14 a 18°C; la presencia de neblina es muy frecuente y la humedad atmosférica está cercana al punto de saturación la mayor parte del año (Rzedowski y Palacios-Chávez, *op. cit.*).

Si se considera la abundante representación de *Engelhardtia* en cuencas marinas terciarias, conjuntamente con otras especies que indudablemente habitaban las zonas costeras transicionales, como en el caso de *Rhizophora* spp., pudiera pensarse que el hábitat de *Engelhardtia* era diferente del actual, es decir, que las comunidades del Terciario donde era abundante *Engelhardtia* proliferaron en las llanuras o planicies costeras, y no necesariamente en las elevaciones de las cadenas montañosas como *Engelhardtia mexicana* (especie actual). En este estudio se postula que durante el Terciario algunos representantes de *Engelhardtia* spp. poblaron planicies costeras en las cercanías de los manglares o en las líneas de costa, resultando así la gran representatividad de *Engelhardtia* en sedimentos terciarios en el hemisferio boreal, en concordancia con los datos de Graham y Jarzen (1969).

El conjunto palinológico que encuentran Rzedowski y Palacios-Chávez (1977) en el Mioceno medio-inferior, en el pozo

perforado en Pichucalco, se caracteriza también por la abundancia de *Engelhardtia* spp., polipodiáceas, pináceas, melastomatáceas y *Quercus* spp, conjunto palinológico semejante al de Ixtapa en cuanto a la abundancia de *Engelhardtia* y polipodiáceas. Los resultados de los sedimentos de Ixtapa tampoco son comparables a las lluvias de polen en el bosque de *Engelhardtia*, en el cual Rzedowski y Palacios-Chávez (*op. cit.*) citan como importantes a *Engelhardtia*, *Pinus*, *Quercus*, *Alnus*, *Polypodiaceae* y *Compositae*.

Familia Theaceae

Género *Pelliceria*

Forma Género *Psilatricolporites*

(Lámina 2, figuras 11–16)

Aun cuando este taxón no es muy abundante (4-7%) (Figura 4), es un indicador paleoecológico muy importante en el Terciario de América, ya que los representantes fósiles del género *Pelliceria* están ampliamente distribuidos en el Terciario, sobre todo en la región del Caribe, a partir del Eoceno, como lo demuestran los registros de van der Hammen y Wijmstra (1964), Langenheim y colaboradores (1967), Wijmstra (1968), Graham y Jarzen (1969), Germeraad y colaboradores (1968), Biaggi (1978), y Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984). Actualmente, la distribución está muy restringida, encontrándose solamente en la parte pacífica de América Central y América del Sur, desde Punta Arenas, Costa Rica, hasta Ecuador, donde *Pelliceria* forma parte de las comunidades de manglar, conjuntamente con *Rhizophora*, *Laguncularia* y *Avicennia* (Graham, 1977). Debido al hábitat tan particular de *Pelliceria*, los granos de polen en los sedimentos son de gran valor paleogeográfico en el establecimiento de ambientes transicionales (lagunas, deltas) y líneas de costa.

En el Terciario de México, este grano de polen llegó a ser dominante en los conjuntos palinológicos solamente durante el Eoceno-Oligoceno (Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández, 1984); a partir del Oligoceno-Mioceno, este grano fue perdiendo su importancia, probablemente como resultado de cambios hacia climas más fríos que se dan a partir del Mioceno. Por lo anterior, en este estudio del Mioceno superior, aunque todavía está presente en los manglares, ya *Pelliceria* no es un elemento dominante, lo que se refleja en sus porcentajes bajos.

Familia Rhizophoraceae

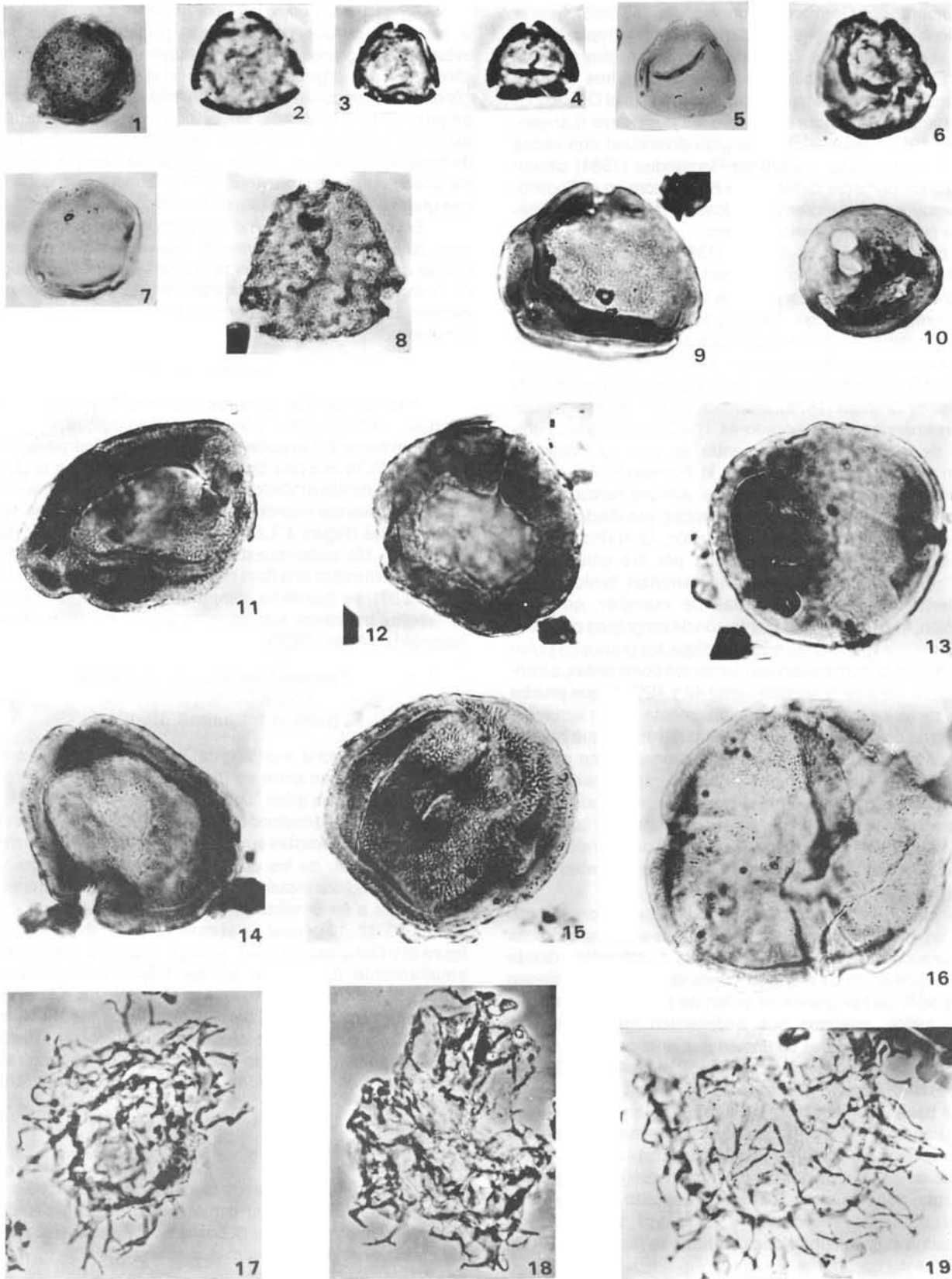
Género *Rhizophora*

Forma Género *Zonocostites*

(Lámina 1, figuras 19, 20, 22, 23, 26-29)

Este género fue estudiado desde el punto de vista de su importancia palinoestratigráfica y paleoecológica por Muller y Caratini (1977), quienes al revisar los requerimientos ecológicos concluyeron que *Rhizophora* alcanza su máximo desarrollo en áreas tropicales húmedas, en ambientes salobres y aun marinos, sobre suelos arenosos o arenoso-arcillosos, confirmando la importancia de los granos fósiles de *Rhizophora* como indicadores de un clima tropical húmedo, en un ambiente de depósito lagunar o estuario y aun costero (Muller, 1959).

Lámina 2.- Palinomorfos de la Formación Ixtapa (Mioceno superior). Todas las fotomicrografías están amplificadas x 1,000. Figuras 1 y 2—*Engelhardtia* tipo C, Pb 2661-3 (103.2 x 22.2); figura 3—*Engelhardtia* tipo B, Pb 2661-2 (111.9 x 14.7); figura 4—*Engelhardtia* tipo D, Pb 2661-4 (103.2 x 19.8); figura 5—*Engelhardtia* tipo D, Pb 2661-4 (105.9 x 3); figura 6—*Engelhardtia* tipo A, Pb 2661-3 (105 x 21.2); figura 7—*Carya*, Pb 2661-2 (111 x 21.6); figura 8—Tricolporado microrreticulado, Pb 2662-1 (104.3 x 5.3); figura 9—*Norantea* sp., Pb 2661-3, (97.7 X 9.8); figura 10—Periporado, Pb 2661-2 (107.2 x 4.7); figura 11—*Pelliceria* tipo A, Pb 2661-3 (98 x 15); figura 12—*Pelliceria* tipo A, Pb 2661 (3) (99.7 x 11.4); figura 13. *Pelliceria* tipo B, Pb 2662-1 (99.3 x 16.4); figura 14—*Pelliceria* tipo A, Pb 2662-1 (107.9 x 15.9); figura 15—*Pelliceria* tipo B, Pb 2661-3 (104.8 x 21.4); figura 16. *Pelliceria* tipo B, Pb 2662-1 (99.3 x 9.9); figura 17—*Spiniferites* cf. *S. ramosus*, Pb 2661-3 (102.9 x 18.2); figura 18—*Spiniferites* cf. *S. ramosus*, Pb 2661-3 (101 x 6.4); figura 19—*Areoligera senonensis*, Pb 2662-1 (104.1 x 14.5).



PALINOMORFOS DE LA FORMACIÓN IXTAPA

De acuerdo con Germeraad y colaboradores (1968), a partir del Oligoceno-Mioceno, en el Terciario de zonas tropicales se incrementa el porcentaje de *Zonocostites* en sedimentos marinos costeros. En México, también los primeros registros son del Eoceno superior, donde es muy escaso, y es hasta el Oligoceno-Mioceno cuando *Rhizophora* empieza a ser dominante (Langenheim *et al.*, 1967), alcanzando una gran diversidad con varias especies. Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984) citaron para México los primeros registros de *Rhizophora* en el Eoceno, donde es muy escaso, incrementándose su abundancia representativa a partir del Oligoceno-Mioceno.

Por otro lado, Palacios-Chávez (1985), en su estudio final sobre el Mioceno de Pichucalco, encontró que los granos de polen de *Rhizophora* son muy escasos, lo que indica facies no propicias para la acumulación de los mismos, los cuales siempre son abundantes si los sedimentos estudiados son lagunares o están cercanos a la costa (van der Hammen, 1963), como es el caso de los lignitos del Plioceno superior de la Formación Paraje Solo estudiados por Graham (1976); mientras que en los estudios de Martínez-Hernández y colaboradores (1988) sobre varias formaciones de la planicie costera, entre las que se incluye la Formación Concepción Inferior hasta la Formación Aqueguexquite, siempre hay taxa de *Zonocostites*, aunque nunca son los elementos dominantes, dado que las rocas estudiadas representan facies de plataforma. En conclusión, la abundancia de *Rhizophora* en el Terciario está dada por las condiciones sedimentológicas apropiadas, que permiten tanto el establecimiento de las comunidades de manglar, como la conservación, transporte y sedimentación de los granos de polen.

En las rocas volcánoclasticas de Ixtapa, los granos de polen de *Rhizophora* spp. constituyen los elementos dominantes, alcanzando hacia la cima de la sección hasta 42 y 46%, lo que prueba que estas rocas se formaron indiscutiblemente en un ambiente de depósito no continental, contraponiéndose con lo que ha sido previamente postulado en otras investigaciones, como en Langenheim y Frost (1964), quienes únicamente consideran la secuencia como no marina y al miembro medio, al menos parcialmente, como depositados en aguas continentales por la presencia de moluscos dulceacuícolas. Por otra parte, Ferrusquía-Villafraña (1990) considera a este miembro como depósitos fluviales.

Las consideraciones paleogeográficas anteriores están basadas en estudios recientes palinológico-sedimentológicos sobre *Rhizophora*, realizados en lagunas o estuarios, donde prolifera la vegetación de manglar, cuyos sedimentos contienen entre 45 y 95% de los granos de polen de *Rhizophora* (van der Hammen, 1963), mientras que sedimentos marinos en las cercanías de los manglares contienen porcentajes de granos de polen de *Rhizophora* que varían del 30 al 50% (Muller, 1959). Los porcentajes de *Rhizophora* en la región de Ixtapa varían, desde 29% en la base, disminuyendo drásticamente en las siguientes dos muestras con 1 y 3%, para alcanzar nuevamente hacia la cima de la sección los porcentajes más altos con 42 y 46%. Estas variaciones en los porcentajes indican una pequeña transgresión hacia la cima, donde las condiciones de depósito—con base en la abundancia de *Rhizophora*—y la mayor presencia de dinoflagelados indican condiciones marinas de plataforma en las proximidades del continente.

Familia Aquifoliaceae
Género *Ilex*
Forma Género *Ilexpollenites*
(Lámina 1, figuras 17, 18, 25)

Se encuentra entre los taxa graficados conjuntamente en la categoría general de otros taxa (Figura 4). En la sección estudiada los granos de *Ilex* constituyen uno de los elementos constantes a lo largo de la sección. En la vegetación actual, este género es cosmopolita, cuenta con más de 400 especies y está ampliamente distribuido en el continente americano—con excepción de América del Norte—donde ocupa una gran variedad de tipos de vegetación, desde la selva alta siempre verde hasta los bosques de pino, pasando por los bosques de neblina, con una gran variedad de hábitats en zonas riparias, pantanosas, etc.

El conjunto palinológico de Ixtapa incluye por lo menos dos tipos diferentes pertenecientes a *Ilexpollenites*, lo que pudiera indicar que algunos de estos taxa podrían haber formado parte de la vegetación que se encontraba en las inmediaciones de la planicie costera, y otros haber sido transportados del interior del continente.

OTROS GRANOS DE POLEN

Además de los géneros de importancia previamente citados, existen otros 30 tipos morfológicos, registrados ocasionalmente a lo largo de la sección, como *Eperuas* sp. (Lámina 1, figura 16), la mayoría de los cuales pertenece a la categoría morfológica parataxonómica de *Tricolporites*, los que alcanzan su máxima frecuencia cuando las condiciones de depósito son más continentales (Figura 4; Lámina 1, figuras 21, 24, 30, 31; Lámina 2, figuras 7–10), en las muestras Pb 2665, 2664, 2663. La mayoría de estos taxa indica una flora neotropical, e.g. *Ayenia* sp. (Lámina 1, figura 32), ya que se ha comprobado que los granos de polen de árboles tropicales son depositados dentro de un área muy restringida (Muller, 1959).

Familias Liliaceae y Bromeliaceae
Forma Género *Liliacidites*
(Lámina 1, figuras 9, 10, 12–15)

Esta categoría morfológica artificial se encuentra en porcentajes que varían entre 1 y 9%, su abundancia a lo largo de la sección es paralela a las fluctuaciones de polen de *Rhizophora*, lo que indica una asociación de las plantas productoras de este tipo de polen (*Liliacidites* spp.) con las comunidades de manglar.

En el caso de los conjuntos de Ixtapa, la forma género *Liliacidites* pudiera incluir varios taxa de monocotiledóneas pertenecientes a las familias Liliaceae y Bromeliaceae (Lámina 1, figuras 10, 12, 13), como es el caso de *Tillandsia* sp. (Lámina 1, figura 8) y *Catopsis* (Lámina 1, figura 11), género de Bromeliaceae ampliamente distribuido en los trópicos americanos (25 especies), constituyendo en este caso uno de los elementos más abundantes del grupo de *Liliacidites*, confirmando nuevamente la naturaleza tropical del conjunto palinológico de Ixtapa, y el paleoclima tropical húmedo que caracterizó al Mioceno superior en esta región de Chiapas, ahora dominada por una flora templada.

QUISTES DE DINOFLAGELADOS

La presencia de este tipo de palinomorfos permite contribuir a la cronoestratigrafía, así como a descifrar el paleoambiente sedimentario en el cual se depositaron los sedimentos que constituyen la sección estudiada.

FRECUENCIA RELATIVA DE DINOFLAGELADOS

En el caso de Ixtapa, las frecuencias de dinoquistes a lo largo de la sección indican, en general, fluctuaciones ambientales a lo largo de la columna. Así, en la base se detecta una ligera fase

transgresiva, con un porcentaje de dinoquistes del 3%. En los siguientes dos niveles muestreados no se registra dinoflagelados (Figura 3) y, conjuntamente con la gran abundancia de pteridofitas y la drástica disminución o ausencia del polen de *Rhizophora*, indican ambiente fluvial continental, como resultado de una pequeña progradación. Hacia la cima de la sección, en los dos últimos niveles, la frecuencia de dinoquistes alcanza valores de 9 y 15%, prueba de que los sedimentos fueron depositados en un ambiente marino en las proximidades del continente, donde proliferaba la vegetación de manglar, dada la gran abundancia de granos de polen de *Rhizophora*, confirmándose la identificación de dichas unidades como de ambiente marino.

En consecuencia, al analizar conjuntamente la abundancia de los dinoflagelados y polen de *Rhizophora* spp., es claro que existe correlación entre ambos tipos de palinomorfos, debido a que cuando el porcentaje de quistes se incrementa, también se registra un aumento en la cantidad de *Rhizophora* spp., y cuando no existen dinoflagelados tampoco fueron registrados granos de polen de *Zonocostites* (Figuras 3, 4).

SISTEMÁTICA Y SIGNIFICADO BIOESTRATIGRÁFICO DE LOS DINOQUISTES

Los dinoquistes que dominan el conjunto en las muestras están caracterizados por los siguientes taxa: *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* cf. *S. ramosus* y *Areoligera senonensis*. Todos estos quistes, de afinidad gonyaulacoide, indican un ambiente marino.

Areoligera senonensis Lejeune-Carpentier, 1938
(Lámina 2, figura 19)

Este taxón fue definido por Lejeune-Carpentier (1938), siendo posteriormente enmendado por Williams y Downie (*in* Davey *et al.*, 1966) para el Cretácico Superior de Bélgica. Posteriormente, ha sido ampliamente citado a nivel mundial en rocas del Paleógeno, principalmente en el Eoceno de Europa (Eaton, 1976; Stover y Evitt, 1978). Si se considera la geocronología establecida por Ferrusquia-Villafranca (1990), la presencia de este taxón en Ixtapa extiende su alcance estratigráfico hasta el Mioceno superior.

Spiniferites cf. *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Mantell, 1854
emend. Sarjeant, 1970
(Lámina 2, figuras 17, 18)

Los especímenes examinados exhiben una considerable variación en los procesos y las membranas entre los mismos, variabilidad previamente reconocida por otros autores (Davey *et al.*, 1966). Esta especie estratigráficamente se extiende desde el Cretácico Inferior hasta el Holoceno, encontrándose ampliamente distribuida en los mares actuales.

Considerando los estudios de Bradford y Wall (1984) sobre dinoquistes recientes, este taxón no es específico de algún tipo de ambiente, ya que se puede encontrar desde un ambiente oceánico batial hasta nerítico y estuarino, ya sea de mares cálidos, templados o fríos.

Operculodinium centrocarpum (Deflandre y Cookson) Wall, 1967

Esta especie fue originalmente descrita para rocas cretácicas de Australia por Deflandre y Cookson (1955). Posteriormente, su registro fue ampliado hasta el Terciario (Eaton, 1976). Wall y Dale (1968) lo encontraron en sedimentos recientes, por lo que su valor bioestratigráfico es muy pobre. Wall y colaboradores (1977) establecieron este taxón como cosmopolita nerítico, con mayor abundancia hacia ambientes transicionales y mares templados fríos.

En su estudio actuopalínológico, Martínez-Hernández y Hernández-Campos (1991) confirman que *O. centrocarpum* se puede considerar como un taxón cuya presencia en los sedimentos en el golfo de California se ve favorecida en aguas marinas frías y templadas, disminuyendo hacia los trópicos. En los sedimentos de Ixtapa, es el dinoquiste más abundante, conjuntamente con *Spiniferites ramosus*.

Considerando los requerimientos ecológicos actuales de *Spiniferites ramosus* y *Operculodinium centrocarpum*, podría considerarse que las masas de agua donde se formaron y depositaron dichos quistes se caracterizaban por temperaturas templadas, más que cálidas o frías, condiciones paleoceanográficas que contrastan con el paleoclima continental de la flora, cuyos requerimientos ecológicos inclinan la balanza hacia un clima más tropical, por lo menos en el continente.

CONCLUSIONES

Dada la escasez de datos palinológicos, la información detallada indispensable para establecer la palinoestratigrafía del sudeste de México dista mucho de poder ser establecida, debido a que solamente han sido trabajados algunos intervalos de ciertas unidades geocronológicas y litológicas, lo que hace el estudio bioestratigráfico-palinológico de valor muy limitado. No obstante, el material polínifero abundante que contiene a las unidades estudiadas es evidencia positiva del potencial de la palinología en el fechamiento y correlación de las formaciones terciarias que carecen de los fósiles tradicionales.

Este estudio demuestra, además, las bondades de los palinomorfos, al encontrarse en abundancia tanto en facies marinas como continentales o transicionales (lagunares, estuarinas) y al poder transgredir las facies, lo que los califica como microfósiles indispensables en las reconstrucciones paleogeográficas. Así, los conjuntos palinológicos de la región de Ixtapa (polen, esporas y dinoflagelados) son de gran relevancia para establecer el ambiente en que estas unidades fueron depositadas.

Desde el punto de vista paleoecológico, el depósito de granos de polen, representantes de la flora tropical de hábitats costeros, estuvo dominado—durante el lapso de depósito de las unidades de estudio—por elementos de la vegetación de manglar, representados por *Rhizophora* y *Pelliceria*, constituyendo *Rhizophora* el taxa más representativo de la vegetación de manglar en las cuencas marinas neogénicas del sudeste de México y del Caribe.

Específicamente, en la sección que fue estudiada, con base en la presencia de quistes de dinoflagelados, se concluye que el material volcánico-sedimentario fue depositado en un ambiente marino-nerítico, cercano a la costa, donde abundaban, en la comunidad de manglar, *Rhizophora* spp. y *Pelliceria* spp., como componentes principales. Hacia el interior del continente, sobre las llanuras fluviales, en las inmediaciones del manglar, proliferó el bosque de *Engelhardtia* spp. (sobre las planicies costeras).

El predominio de los granos de polen de *Rhizophora* spp. refleja, en gran medida, el dominio de vegetación de manglar a lo largo de las costas tropicales durante el Terciario, reflejando condiciones topográficas y sedimentológicas para la formación de zonas costeras de aguas salobres, como los esteros y las lagunas.

En síntesis, tomando en consideración todas las evidencias del análisis palinológico, que considera la cantidad de tipos de polen, esporas y dinoflagelados, se deduce que definitivamente el ambiente sedimentario en el que se depositó la Formación Ixtapa no es de ninguna manera continental, como fue inicialmente postulado en estudios previos por geólogos y paleontólogos.

En cuanto a la edad de la unidad estudiada, la virtual ausencia de una palinoestratigrafía previa para dicha región im-

posibilita el uso de granos de polen y esporas en el establecimiento de la edad relativa de dicha unidad, por lo que en este caso el control bioestratigráfico más confiable pudiera estar dado por el dinoquiste *Areoligera senonensis*, cuyo alcance estratigráfico (Cretácico-Eoceno) no concuerda con lo establecido por métodos radiométricos (Mioceno medio-Mioceno tardío), por lo que sería deseable que existieran otros grupos de control bioestratigráfico (foraminíferos, moluscos, etc.), que coadyuvaran a establecer unidades cronoestratigráficas en la Formación Ixtapa.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Norman Frederiksen, del U.S. Geological Survey, y a David Dilcher y Alejandro E. Amipo, del Florida Museum of Natural History, University of Florida, la atinada revisión crítica del manuscrito original.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biaggi, R.E., 1978, Palynology and paleoecology of some Oligo-Miocene sediments from Chiapas, Mexico: Anaheim, Calif., Walla Walla College, tesis de maestría, 92 p. (inédita).
- Bradford, M.R., y Wall, D.A., 1984, The distribution of Recent organic-walled dinoflagellate cysts in the Persian Gulf, Gulf of Oman, and northwestern Arabian Sea: *Palaeontographica Abteilung, Paläophytologie*, v. 192, p. 16-84.
- Cross, A.T., Thompson, G.G., y Zaitzeff, J.B., 1966, Source and distribution of palynomorphs in bottom sediments, southern part of the Gulf of California: *Marine Geology*, v. 4, p. 467-524.
- Davey, R.J., Downie, C., Sarjeant, W.A.S., y Williams, G.L., eds., 1966, Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts: *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology, Appendix to Supplement 3*, 248 p.
- Daily, F.K., y Durham, J.W., 1966, Miocene charophytes from Ixtapa, Chiapas, Mexico: *Journal of Paleontology*, v. 40, p. 1191-1199.
- Deflandre G., y Cookson, I.C., 1955, Fossil microplankton from Australian late Mesozoic and Tertiary sediments: *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, v. 6, p. 242-308.
- Eaton, G.L., 1976, Dinoflagellate cysts from the Bracklesham Beds (Eocene) of the Isle of Wight, southern England: *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology*, v. 26, p. 227-332.
- Ferrusquía-Villafranca, Ismael, 1978, Distribution of Cenozoic vertebrate faunas in Middle America and problems of migration between North and South America: *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 101*, p. 193-321.
- , 1990, Contribución a la diferenciación estratigráfica del Terciario continental de México—estudios geológico-paleontológico-geocronométrico-magnetoestratigráficos en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Oaxaca y Chiapas; parte 7, *Geología cenozoica del área Ixtapa-Soyaló, Estado de Chiapas: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Proyecto CONACyT 50992, Informe técnico final, anexo 55*, 143 p. (inédito).
- Frost, S.H., y Langenheim, R.L., 1974, Cenozoic reef biofacies—Tertiary larger foraminifera and scleractinian corals from Chiapas, Mexico: *De Kalb, North Illinois University Press*, 388 p.
- Germeraad, J.H., Hopping, C.A., y Muller, Jan, 1968, Palynology of Tertiary sediments from tropical areas: *Review of Paleobotany and Palynology*, v. 6, p. 189-348.
- Graham, Alan, 1972, Some aspects of Tertiary vegetational history about the Caribbean Basin: *Congreso Latinoamericano*, 1, y *Congreso Mexicano de Botánica*, 5, México, D.F., *Memorias*, p. 97-117.
- , 1976, Studies in neotropical paleobotany; part 2, The Miocene communities of Veracruz, Mexico: *Missouri Botanical Garden Annals*, v. 63, p. 787-842.
- , 1977, New record of *Pelliceria* (Theaceae/Pelliceriaceae) in the Tertiary of the Caribbean: *Biotropica*, v. 9, p. 48-52.
- Graham, Alan, y Jarzen, D.M., 1969, Studies in neotropical paleobotany; part 1, The Oligocene communities of Puerto Rico: *Missouri Botanical Garden Annals*, v. 56, p. 308-357.
- INEGI, 1982, [Hoja] Tuxtla Gutiérrez E15-11, Oaxaca y Chiapas: México, D.F., Secretaría de Programación y Presupuesto, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, carta topográfica, escala 1:250,000.
- Langenheim, J.H., Hackner, Betty, y Bartlett, Alexandra, 1967, Mangrove pollen at the depositional site of Oligo-Miocene amber from Chiapas, Mexico: *Harvard University, Botanical Museum Leaflets*, v. 21, p. 289-324.
- Langenheim, R.L., Jr., y Frost, S.H., 1964, Upper Tertiary continental sediments at Ixtapa, Chiapas, Mexico—preliminary notice: *Geological Society of America Special Paper 76*, p. 209-210.
- Lejeune-Carpentier, M., 1938, L'étude microscopique des silex (sixième note)—*Areoligera* nouveau genre d'Hystrichosphaeridées: *Annales de la Société géologique de Belgique*, v. 62, p. B163-B174.
- Martínez-Hernández, Enrique, y Hernández-Campos, H.E., 1991, Distribución de quistes de dinoflagelados y acritarcas en sedimentos holocénicos en el Golfo de California: *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana 57*, 133 p.
- Martínez-Hernández, Enrique, Hernández-Campos, Héctor, y Sánchez-López, Magnolia, 1982, Palinología del Eoceno en el Noreste de México: *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista*, v. 4, p. 155-166.
- Martínez-Hernández, Enrique, Lozano-García, Socorro, Tomasini-Ortiz, A.C., y Hernández-Campos, Héctor, 1988, Polen fósil en México: *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Simposio sobre diversidad biológica de México, Oaxtepec, Morelos, Libro de Resúmenes*, p. 9-12.
- Muller, Jan, 1959, Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments—reports of the Orinoco shelf expedition: *Micropaleontology*, v. 5, p. 1-32.
- Muller, Jan, y Caratini, C., 1977, Pollen of *Rhizophora* (Rhizophoraceae) as a guide fossil: *Pollen et Spores*, v. 19, p. 361-389.
- Nichols, D.J., 1973, North American and European species of *Momipites* ("Engelhardtia") and related genera: *Geoscience and Man*, v. 7, p. 103-117.
- Palacios-Chávez, Rodolfo, 1985, Estudio palinológico y paleoecológico de las floras fósiles del Mioceno inferior y principio del Mioceno medio de la región de Pichucalco, Chiapas, México: México, D.F., Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, tesis doctoral, 261 p. (inédita).
- 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: *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, v. 29, p. 93-123.
- Salas, Eloy, 1975, Catálogo ilustrado de palinomorfos fósiles de la República Mexicana: México, D.F., Instituto Mexicano del Petróleo, *Publicación 75 AE/181*, 62 p.
- Stover, L.E., y Evitt, W.R., 1978, Analyses of pre-Pleistocene organic-walled dinoflagellates: *Stanford University Publications, Geological Sciences*, v. 15, 300 p.
- Tomasini-Ortiz, A.C., y Martínez-Hernández, Enrique, 1984, Palinología del Eoceno-Oligoceno de Simojovel, Chiapas: *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana 50*, 61 p.
- van der Hammen, Thomas, 1963, A palynological study on the Quaternary of British Guiana: *Leidse Geologische Mededelingen*, v. 29, p. 125-180.
- van der Hammen, Thomas, y Wijmstra, T.A., 1964, A palynological study on the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana: *Leidse Geologische Mededelingen*, v. 30, p. 183-241.
- Wall, David, y Dale, Barrie, 1968, Modern dinoflagellate cysts and evolution of the Peridinales: *Micropaleontology*, v. 14, p. 265-304.
- Wall, David, Dale, Barrie, Lohmann, G.P., y Smith, W.K., 1977, The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the north and south Atlantic oceans and adjacent seas: *Marine Micropaleontology*, v. 2, p. 121-200.
- Wijmstra, T.A., 1968, The identity of *Psilatricolporites* and *Pelliceria*: *Acta Botanica (Netherlands)*, v. 17, p. 114-116.

Manuscrito presentado: 27 de mayo de 1991.

Manuscrito corregido devuelto por el autor: 13 de diciembre de 1991.

Manuscrito aceptado: 17 de enero de 1992.