

PALEOBOTÁNICA DEL JURÁSICO DE MEXICO

Por

ALICIA SILVA-PINEDA

CONTENIDO

	<i>Página</i>
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION	2
FLORA DEL JURASICO	2
Cicadofitas	3
Helechos	3
Pteridospermas	4
Caytoniales	4
Coniferofita	4
CLIMA DEL JURASICO	4
UNIDADES ESTRATIGRAFICAS JURASICAS DE MEXICO, QUE HAN APORTADO FLORA	6
GEOLOGIA HISTORICA	12
REFERENCIAS CITADAS	13

ILUSTRACIONES

FIGURA 1.—Principales localidades continentales con plantas del Jurásico Inferior y Medio de México	7
TABLA 1.—Especies de plantas del Jurásico de México y su distribución estratigráfica	8

RESUMEN

Las floras fósiles más abundantes de México se encuentran en depósitos continentales de edad jurásica, que afloran principalmente en la parte suroriental del país, donde existieron floras bien desarrolladas durante el Jurásico Temprano y Medio. Dentro de las floras mejor conservadas, destacan las plantas de la región noroccidental de Oaxaca. También han sido objeto de estudio otras regiones situadas en el norte y sur de Puebla y Veracruz, y en el noreste de Guerrero, que contienen plantas menos abundantes y más pobremente conservadas. Este estudio consiste en una integración actualizada de la información, tanto geográfica como estratigráfica, de las plantas jurásicas, así como un análisis de las asociaciones florísticas y sus implicaciones climatológicas.

ABSTRACT

The most abundant Mexican fossil flora is found in continental deposits of Jurassic age, which crop out mainly in the southeastern part of the country, where well-developed floras existed during the Early and Middle Jurassic. Among the best preserved floras are the plants of northwestern Oaxaca. The regions in the north and south of Puebla and Veracruz, and in northeastern Guerrero also contain fossil plants, less abundant and not so well preserved. In this paper the geographic and stratigraphic information on Mexican Jurassic plants is integrated and updated, together with the analysis of floristic associations and their climatic implications.

INTRODUCCION

El estudio de la flora fósil de México, basado en material macroscópico, constituye un campo relativamente restringido, ya que los afloramientos continentales con plantas bien conservadas son relativamente escasos. No obstante, los hallazgos de madera fósil son abundantes y las menciones de restos vegetales indeterminables son frecuentes. De los estudios palinológicos seguramente se obtendrán conocimientos muy valiosos, tanto para la estratigrafía como para la paleogeografía, pero a la fecha, se puede afirmar que en México, este tipo de estudios en relación con la geología, se encuentra en su etapa inicial.

Las floras fósiles más abundantes y bien conservadas se conocen bien. Se tiene noticia de ellas, por lo menos, desde el siglo pasado, pues se les conoció en relación con la exploración o con la explotación de mantos de carbón. La vegetación fósil asociada al carbón ha sido objeto de estudios en el pasado (Wieland, 1914; Humphreys, 1916; Silva, 1961) y lo está siendo actualmente (Weber, 1972; 1973; 1976; Delevoryas, 1969; Delevoryas y Gould, 1973; Delevoryas y Person, 1975).

La presencia de floras continentales *in situ* proporciona datos precisos e indiscutibles respecto al clima y a la geografía antiguos, así como a los conocimientos en relación con la evolución de las plantas. Los estudios encaminados al entendimiento cada vez más preciso de esas floras, constituye una contribución importante para la geología del país.

Las floras fósiles más abundantes y de distribución geográfica más amplia en México, se encuentran en depósitos del Jurásico. No obstante, la información relativa a esas floras es dispersa y, en algunos casos, imprecisa, por lo que se consideró conveniente elaborar esta contribución, que tiene por objeto: 1) la integración de la información, tanto geográfica como estratigráfica de las floras jurásicas, 2) la precisión de algunos datos, omitiendo aquéllos que no han sido corroborados, e introduciendo la información más reciente y, finalmente, 3) el análisis de las floras, así como sus implicaciones climatológicas y sus afinidades con otras floras del mundo.

FLORA DEL JURASICO

Las floras del Jurásico están constituidas fundamentalmente por gimnospermas, entre las que destacan en primer lugar las cicadofitas, y en segundo, las coniferofitas. Unas y otras, durante este período, alcanzaron su máximo desarrollo. La abundancia notable de las cicadofitas ha ocasionado que al Mesozoico se le conozca como "Edad de las Cicadas".

Las Ginkgoales presentan una distribución extensa durante este período, así como las Coniferales y Taxales, las cuales se asemejan a las formas actuales. Los helechos también

constituyen una parte importante de la vegetación, así como las Equisetales. En cambio, las Licopsidas se encuentran reducidas a unas cuantas plantas herbáceas, muy diferentes en tamaño y complejidad de las formas arborescentes del Carbonífero.

CICADOFITAS

Las cicadofitas constituyen un grupo de plantas, con hojas generalmente en forma de frondas pinadas, que producen semillas en órganos de fructificación, que tienen cierta semejanza con las flores. Comprenden dos órdenes, siendo el más antiguo el extinto orden Cycadeoidales o Bennettitales, que se originó en el Pérmico, alcanzó su más alto florecimiento en el Jurásico y se extinguió en el Cretácico. El otro orden, Cycadales, apareció en el Triásico, fue muy abundante en el Jurásico, y empezó a declinar en el Cretácico. En la actualidad persiste con nueve o diez géneros, restringidos a las regiones tropicales y subtropicales de América, Asia, Australia y el sur de Africa (Bierhorst, 1971, p. 369; Darrah, 1960, p. 166, 175).

Las Nilssoniales constituyen un pequeño grupo muy relacionado con las Cycadales, que vivieron desde el Triásico Medio hasta el Cretácico Tardío y que estuvieron ampliamente distribuidas en Europa, Groenlandia, Alaska y Japón (Darrah, 1960, p. 175). Algunos autores las consideran como un tercer orden de cicadofitas (Thomas y Bancroft, 1913) y para otros este nombre es sinónimo de Cycadales (Harris, 1964).

Entre las Bennettitales, que fueron más ampliamente distribuidas en el Jurásico Medio que en el Jurásico Temprano, son muy comunes los géneros *Otozamites*, *Ptilophyllum*, *Pterophyllum*, *Anozamites*, *Nilssoniopteris*, *Zamites* y *Dictyozamites*, que existieron durante todo el Jurásico y sobrevivieron hasta el Cretácico. Los géneros *Williamsonia* y *Weltrichia* son más frecuentes en el Hemisferio Norte que en el Sur, y son abundantes en la primera mitad del Jurásico (Wesley, 1973, p. 333).

HELECHOS

La vegetación herbácea dominante del Jurásico seguramente estuvo constituida por los helechos, ya que sus restos son muy abundantes. Dentro de este grupo, la familia Osmundaceae constituye un importante componente. Tiene representantes fértiles, como el género *Todites*, y estériles, que se agrupan con más de 150 especies en el forma-género *Cladophlebis* (Wesley, 1973, p. 330; Delevoryas, 1963, p. 89).

Las familias Matoniaceae y Dipteridaceae alcanzan su máximo desarrollo durante el Jurásico Temprano, en contraste con las floras actuales, en las que esas familias están restringidas a la región tropical de Indomalasia. La familia Dicksoniaceae aparece durante el Liásico y alcanza rápidamente su máximo desarrollo en el Jurásico Medio. En la actualidad, tanto esta familia como la familia Cyatheaceae, comprenden helechos arborescentes. Los representantes de la familia Marattiaceae declinan al final del Triásico y son poco frecuentes en el Jurásico. En la actualidad, los representantes vivientes son arborescentes o arbustivos y son comunes en regiones tropicales (Bierhorst, 1971, p. 351; Crété y Guignard, 1968, p. 300).

PTERIDOSPERMAS

El grupo de las Pteridospermas, muy frecuente en el Paleozoico superior, es posible que haya sobrevivido hasta el Jurásico, debido a la presencia de numerosas frondas grandes, con aspecto de helechos, durante este período, pero careciendo de esporangios. Posiblemente pertenezcan a este grupo los géneros *Pachypteris* y *Dicroidium*, que se encuentran entre los más comunes en el Jurásico de varias partes del mundo. Durante el Jurásico Tardío, las frondas, que han sido consideradas como Pteridospermas (Wesley, 1973, p. 332), son de distribución muy restringida.

CAYTONIALES

Las Caytoniales alcanzaron un gran desarrollo durante este período con el género *Sagenopteris*, ampliamente distribuido en el Hemisferio Norte, siendo rara su presencia en el Hemisferio Sur (Wesley, 1973, p. 336; Barnard, 1973, p. 181).

CONIFEROFITAS

Las coniferofitas se consideran morfológicamente más avanzadas que las cicadofitas, sus troncos tienen una estructura leñosa más compacta y las fructificaciones están representadas por verdaderos conos (Archangelsky, 1970). Dentro de las coniferofitas, algunos autores han considerado los siguientes tres órdenes: Cordaitales, Ginkgoales y Coniferales (Archangelsky, 1970). Delevoryas (1963) señala cinco órdenes: Cordaitales, Coniferales, Taxales, Ginkgoales y Gnetales.

Las Ginkgoales, cuya ubicación sistemática es muy discutida, en general se consideran dentro de este grupo, por tener características cercanas a él. Aparecen en el Pérmico, se diversifican en el Mesozoico, declinan en el Terciario temprano (Arnold, 1947, p. 278) y en la actualidad se conserva una sola especie, *Ginkgo biloba*.

Las Cordaitales fueron plantas arborescentes, que alcanzaron gran talla y fueron abundantes en el Paleozoico superior, extinguiéndose en el Triásico. Las Coniferales aparecen en el Carbonífero, alcanzan una gran diversificación en el Mesozoico, y perduran en la actualidad con numerosas familias, distribuidas en zonas húmedas, templadas y frías, desde el nivel del mar hasta regiones montañosas. Las Taxales existieron en el Jurásico y perduran actualmente. Según investigaciones recientes, difieren de las verdaderas coníferas (Archangelsky, 1970).

CLIMA DEL JURASICO

Se ha señalado que el método más confiable para interpretar climas antiguos es por medio de las plantas fósiles (Dorf, 1969; Ash, 1972a), ya que la distribución de los

vegetales, más que de cualquier otro organismo, está controlada por las condiciones climáticas. Los animales, en general, pueden escapar de las estaciones desfavorables por medio de hibernaciones o migraciones, mientras que las plantas están fijadas al suelo y soportan condiciones favorables y desfavorables. Las plantas fósiles reflejan el clima donde vivieron, como las plantas modernas reflejan el clima donde actualmente viven.

Frecuentemente, se ha usado la morfología de las plantas en estudios paleoclimáticos. Las hojas son los órganos de las plantas que más han sido utilizados en la determinación de climas pasados (Ash, 1972b). Entre los caracteres morfológicos más usados para conocer las condiciones climáticas del Mesozoico, se encuentran las frondas de los helechos, los troncos de las coníferas y los tallos de los equisetos; los tamaños más grandes de ellos denotan climas calientes (Dorf, 1969, p. 340). Los caracteres estructurales también se toman en cuenta en la interpretación de paleoclimas. La presencia de anillos en los tallos indica variación estacional, en tanto que su ausencia señala un clima uniforme y caliente. Igualmente los caracteres de la cutícula, tanto su espesor como la distribución de los estomas, son dignos de tomarse en cuenta. Si los estomas están hundidos y protegidos por pelos, señalan un clima seco. Cuando la cutícula es delgada en hojas de plantas con semilla y tiene el mismo número de estomas no hundidos, tanto en la superficie superior como en la inferior, se interpreta que el clima fue húmedo (Ash, 1972b).

Además de caracteres morfológicos y estructurales, se toma en cuenta la naturaleza de los sedimentos. Las plantas que se encuentran asociadas con carbón y lignita, indican condiciones pantanosas con clima húmedo y caliente.

Se considera que las cicadofitas extintas florecieron en las mismas condiciones tropicales y subtropicales en que viven los escasos géneros actuales. Los helechos y coníferas, que también fueron dominantes en el Mesozoico, son las plantas más utilizadas en interpretaciones paleoclimáticas, ya que su distribución en la actualidad es muy amplia. La abundancia de helechos pertenecientes a las familias Marattiaceae, Matoniaceae y Dipteridaceae en casi todas las floras del Jurásico, y actualmente habitantes de los trópicos, puede tomarse como un indicio de un clima uniforme y cálido en el pasado.

La revisión global de la vegetación del Jurásico conduce a apoyar el concepto, desde hace mucho aceptado, de que existió una flora uniforme de distribución mundial, con pocas modificaciones en las distintas regiones, lo cual indica que las condiciones ambientales eran casi uniformes en todo el mundo. A este respecto, es notable la existencia de plantas del Jurásico semejantes entre sí, tanto en la Antártida, en Graham-Land, situada a 63° latitud sur, como en el Ártico, en las islas de Nueva Siberia, a 75° latitud norte (Wesley, 1973, p. 336), y en Scoresby, al este de Groenlandia (Harris, 1931, 1932a, 1932b).

Hughes (1973, p. 190) considera que las coniferofitas en el Jurásico todavía tienen una distribución universal y que su diferenciación en ambos hemisferios no se inicia sino a mediados del Cretácico, cuando las angiospermas empezaron a invadir las tierras ecuatoriales bajas y proporcionaron una barrera biológica importante.

Existen, sin embargo, algunas evidencias de que sí hubo cierta zonificación altitudinal, ya que en las floras de Siberia predominan las ginkgofitas y, en cambio, las cicadofitas y coníferas son escasas. El análisis de la distribución de las coníferas también proporciona

una evidencia de que la flora fue algo diferente en el Hemisferio Norte de la del Hemisferio Sur, lo cual indica que no prevalecieron condiciones completamente uniformes en todo el mundo durante el Jurásico. Wesley (1973, p. 337) señala que la mayoría de los géneros de la familia Podocarpaceae, tanto en el Mesozoico como en la actualidad, está confinada al Hemisferio Sur, y que el carácter provincial de las floras del Jurásico está acentuado por la ausencia de las familias Taxodiaceae, Cupresaceae y Pinaceae en el Hemisferio Sur.

Durante el Jurásico Temprano, en la provincia paleoflorística de Siberia, que comprende los Urales, Kazakhstan, al este y oeste de Siberia y el noreste de China, decrece la familia Dipteridaceae, los géneros *Cladophlebis* y *Coniopteris* son abundantes, las cicadofitas son escasas, y tanto las coníferas como las ginkgofitas alcanzan un gran desarrollo, que continúa hasta el Jurásico Medio. Durante el Jurásico Tardío el clima continuó húmedo y moderadamente caliente, por lo que la flora varió muy poco (Vakhrameev, 1965, p. 118; Doludenko y Orlovskaya, 1976, p. 627).

En cambio, en la provincia paleoflorística Indo-Europea, que comprende las partes occidental y central de Europa y el sur de Rusia, India y China, durante el Jurásico Temprano, las familias Matoniaceae, Dipteridaceae y el género *Todites* son abundantes, siendo escasos *Cladophlebis* y *Coniopteris*, y están presentes las cicadofitas *Anomozamites*, *Otozamites*, *Nilssonia*, *Pterophyllum* y *Taeniopteris*. Durante el Jurásico Medio las familias Dipteridaceae, Marattiaceae y Matoniaceae decrecieron, mientras que *Coniopteris* (Dicksoniaceae) alcanzó gran desarrollo, y entre las cicadofitas sólo los géneros *Nilssonia* y *Pterophyllum* fueron abundantes. Durante el Jurásico Tardío, los helechos fueron escasos y, en algunas regiones, predominaron las cicadofitas y las coníferas, siendo raras las ginkgofitas.

Las cicadofitas constituyen el componente principal de las floras jurásicas de India, Italia y México. El examen de la distribución de cicadofitas y helechos asociados, si se acepta que vivieron en condiciones semejantes a las actuales, conduce a la conclusión de que el clima fue cálido en una faja que se extiende mucho más el norte y mucho más al sur que el clima cálido actual, que, según Barnard (1973, p. 186), correspondería aproximadamente a los paralelos 60° de latitud norte y 60° de latitud sur.

En las floras jurásicas de México, es notable la ausencia de ginkgofitas y la escasez de coníferas, lo cual probablemente significa, como lo hace notar Delevoryas (1969b, p. 1665), que el clima del Jurásico en esta región era más cálido que en aquellas regiones donde estas plantas abundaron.

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS JURASICAS DE MEXICO QUE HAN APORTADO FLORA

Las plantas jurásicas de México provienen de las unidades estratigráficas que a continuación se resumen en cuanto a su litología y flora. Las localidades a las que se hace referencia se muestran en la Figura 1. La Tabla 1 muestra los géneros y las especies de plantas identificadas y las unidades litoestratigráficas en las que se han encontrado.

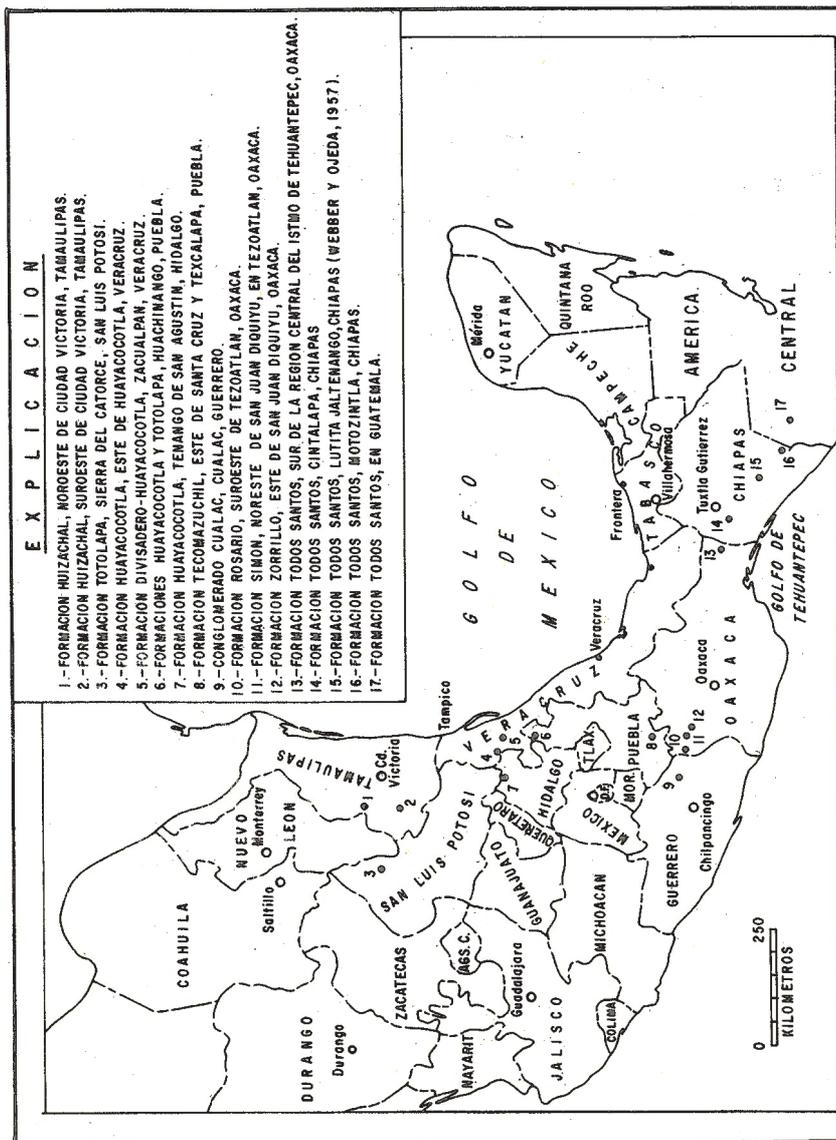


FIG. 1.-PRINCIPALES LOCALIDADES CONTINENTALES CON PLANTAS DEL JURASICO INFERIOR Y MEDIO DE MEXICO.

FIGURA 1.-Principales localidades continentales con plantas del Jurásico Inferior Medio de México.

FLORA	Formación Tecozacitli	Formación Huizachal	Formación Huayacocotla	Formación Rosario	Conglomerado Cuauac	Formación Zorrillo	Formación Simón	Formación Otatera (sup.)	Formación La Casita
<i>Anomozamites</i> sp.				•		•			
<i>Araucarioxylon mexicana</i> Wieland				•					
<i>Cheirolepis</i> sp. (?)			•						
<i>Cladophlebis browniana</i> (Dunker) Seward				•		•			
<i>C. denticulata</i> Brongniart	•								
<i>Coniopteris arguta</i> (Lindley y Hutton) Seward				•		•			
cf. <i>Coniopteris hymenophylloides</i> (Brongniart) Seward				•		•			
<i>Cycadolepis mexicana</i> Wieland				•		•	•		
<i>Equisetum rajmahalensis</i> Oldham y Morris				•		•			
<i>Laccopteris</i> sp. (= <i>phlebopteris</i>)				•					
<i>Mexiglossa varia</i> Delevoryas y Person	•			•		•			
<i>Nilsonia morrisiana</i> Morris (?)	•			•					
<i>N. pterophylloides</i> Nathorst	•								
<i>Noeggerathiopsis histopii</i> (Bunbury) Feistmantel				•		•			
<i>Otozamites cardiopteroides</i> Wieland				•					
<i>O. graphicus</i> Schimper	•				•				
<i>O. cf. O. hennoquei</i> Saporta			•	•					
<i>O. hespera</i> Wieland	•	•	•	•		•	•		
<i>O. cf. O. pterophylloides</i> Brongniart			•	•					
<i>Otozamites</i> sp.			•	•		•			
<i>Pagiophyllum</i> sp.									•
<i>Pelourdia</i> sp.						•			
<i>Perezlaria oaxacensis</i> Delevoryas y Gould						•			
<i>Piazopteris branneri</i> (White) Lorch	•			•					
<i>Piazopteris</i> sp. (?)			•						
<i>Podozamites</i> cf. <i>P. lanceolatus</i> Lindley y Hutton							•		
<i>Podozamites</i> sp.		•	•						
<i>Pseudoctenis lanei</i> Thomas				•		•			
<i>Pterophyllum</i> cf. <i>P. munsteri</i> (Presl) Goeppert				•		•			
<i>P. nathorsti</i> Schenk	•								
<i>P. propinquum</i> Goeppert			•						
<i>P. rajmahalense</i> Morris									
<i>Pterophyllum</i> sp.			•	•			•		
<i>Ptilophyllum acutifolium</i> Morris	•			•		•	•		
<i>P. cutchense</i> Morris	•			•		•			
<i>Ptilophyllum</i> sp.			•			•			
<i>Sagenopteris goeppertiana</i> Zigno	•								
<i>Sphenopteris goeppertii</i> (Dunker). Seward						•			
<i>Sphenozamites</i> sp.			•						
<i>Taeniopteris oaxacensis</i> Person				•		•			
<i>T. orovillensis</i> Fontaine	•								
<i>Williamsonia cuauhquemoci</i> Wieland				•	•	•			
<i>W. diquiyui</i> Delevoryas y Gould						•			
<i>W. huitzilopochtlii</i> Wieland				•		•			
<i>W. nathorstii</i> Wieland				•		•			
<i>W. netzahualcoyotlii</i> Wieland		•				•	•		
<i>W. oaxacensis</i> Delevoryas						•			
<i>Williamsonia</i> sp.				•					
<i>Zamites diquiyui</i> Person				•		•			
<i>Z. feneonis</i> Brongniart	•					•			
<i>Z. lucerensis</i>	•		•	•		•			
<i>Z. oaxacensis</i> (Wieland) Person				•		•			
<i>Z. tribulosus</i> Wieland				•		•			
<i>Z. truncatus</i> Zeiller	•								
<i>Zamites</i> sp.			•						

TABLA 1.—Especies de plantas del Jurásico de México y su distribución estratigráfica.

Dentro de las floras jurásicas de México, las mejor conocidas y más bien conservadas, son las plantas de Oaxaca, que provienen de varias localidades y pertenecen a las tres formaciones que se tratan en primer término.

FORMACION ROSARIO (Erben, 1956b, p. 21). — La Formación Rosario tiene su localidad-tipo en la falda del cerro situado junto al poblado de Rosario, al suroeste de Tezoatlán, Oaxaca. Consta de areniscas grises, café rojizas y café amarillentas, de grano fino o medio, limolitas, lutitas y loditas negras carbonosas con mantos de carbón y lignita. Está cubierta por el Conglomerado Cualac y la Formación Zorrillo. Contiene abundantes plantas terrestres en varios niveles. La parte inferior de la Formación Rosario corresponde al Jurásico Inferior, con las Bennettiales *Otozamites*, *Stangerites* y *Taeniopteris*, las Pteridospermas *Trigonocarpus*, *Rhabdocarpus* y *Alethopteris*; el género *Sagenopteris* de las Caytoniales y el género *Noeggeratiopsis* de las Cordaitales.

En la parte correspondiente al Jurásico Medio (parte superior de la Formación Rosario), hay una flora abundante, muy semejante a la Flora de Yorkshire de Inglaterra, perteneciente al Bajociano (Wieland, 1914, p. 3). Las Bennettiales son muy abundantes, entre las que se han registrado varias especies de *Otozamites*, fructificaciones y troncos de *Williamsonia*, y hojas de *Pterophyllum*, *Cycadolepis* y *Macrotaeniopteris*, además de los helechos *Cladophlebis*, *Coniopteris* y *Dicksonia*.

CONGLOMERADO CUALAC (Guzmán, 1950, p. 108). — Aflora en el sur del centro de México, en el este y noreste de Guerrero en las cercanías de Cualac, y en el oeste de Oaxaca. Cubre concordantemente a la Formación Rosario y está cubierto por la Formación Zorrillo.

Consta de conglomerado cuarcítico duro, de color gris, con guijarros de cuarzo lechoso blanco y en menor frecuencia, de micaesquistos y gneises. El conglomerado Cualac es un depósito continental, con plantas escasas y mal conservadas del Jurásico Medio, que consisten en los géneros *Williamsonia*, *Otozamites* y *Zamites* (Silva, 1970).

FORMACION SIMON (Erben, 1956b, p. 29). — Aflora a lo largo del Arroyo del Simón, en la Barranca del Carrizo, al noreste de San Juan Diquiyú, en la región de Tezoatlán, Oaxaca. Por su posición estratigráfica concordante sobre la Formación Taberna, que es del Bajociano inferior (Erben, 1956b, p. 28), se le asignó una edad batoniana media. Sobre ella descansan las formaciones marinas Otatera y Yucuñuti, del Batoniano tardío y del Caloviano, respectivamente. Está constituida por capas medianas a gruesas de arenisca cuarcítica y conglomerática, limolita, concreciones, lutita carbonosa y mantos de carbón. La Formación Simón es una unidad del Grupo Tecocoyunca que contiene una flora abundante y bien conservada, en la que son frecuentes las hojas de Bennettiales, principalmente de los géneros *Pterophyllum*, *Ptilophyllum*, *Otozamites*, conos de *Williamsonia* y los helechos *Sphenopteris* y *Coniopteris* (Silva, 1970; Delevoryas y Gould, 1973; Delevoryas y Person, 1975; Person, 1976).

Delevoryas (1969a) colectó hojas parecidas a *Glossopteris* en las Formaciones Simón y Zorrillo, ambas del Jurásico Medio, señalando que la presencia de este género en México, en caso de comprobarse su afinidad biológica con los glosoptéridos permocarboníferos, ampliaría considerablemente el alcance estratigráfico de estas plantas. Sobre este hallazgo Wesley (1973, p. 336) sugiere, ante la inaceptabilidad de que se trate realmente de

Glossopteris, que podría tratarse de hojas aisladas de *Sagenopteris*. Recientemente, Delevoryas y Person (1975, p. 114) proponen para estas hojas glossopteroideas del Jurásico Medio de Oaxaca, el nombre genérico de *Mexiglossa*, y señalan que existe una variación de forma y tamaño entre ellas, que podría indicar la presencia de más de una unidad taxonómica. *Mexiglossa* se encuentra asociada con géneros típicamente jurásicos, como *Zamites*, *Otozamites*, *Pterophyllum*, *Ptilophyllum*, *Taeniopteris* y conos de *Williamsonia*, así como con los helechos *Cladophlebis*, *Coniopteris* y *Sphenopteris*.

FORMACION ZORRILLO (Erben, 1956b, p. 26). — Su localidad-tipo se encuentra en la falda de la Loma del Zorrillo, al este de San Juan Diquiyú, en la región de Tezoatlán, Oaxaca. Por su posición estratigráfica se le asigna una edad bajociana temprana, pues se encuentra cubierta concordantemente por la Formación Taberna, depósito marino con faunas del Bajociano medio y superior y del Batoniano inferior. Está formada por capas delgadas de arenisca de grano fino y medio, limolita, lutita carbonosa y mantos de carbón. La Formación Zorrillo constituye la unidad inferior de este grupo. Contiene una de las floras más abundantes y mejor conservadas de México hasta ahora conocidas, en la que predominan las cicadofitas *Otozamites*, *Ptilophyllum* y conos de *Williamsonia*, así como algunos helechos y los géneros nuevos *Mexiglossa* y *Perezlaria* (Delevoryas y Gould, 1973; Delevoryas y Person, 1975; Person, 1976).

FORMACION TECOMAZUCHIL (Pérez-Ibargüengoitia *et al.*, 1965, p. 10). — Su localidad-tipo se encuentra al este de las rancherías de Santa Cruz y Texcalapa, particularmente en los cerros del Borrego y de La Sillera y en el Arroyo Tecomazúchil, en el Estado de Puebla.

Se le asigna una edad jurásica media, ya que se correlaciona con el Grupo Tecocoyunca, aunque la parte inferior es correlativa probablemente con el Conglomerado Cualac. En la parte superior descansa la Caliza Chimeco del Oxfordiano, en contacto transicional. En cuanto a su litología, consiste en una secuencia de conglomerado cuarzoso y alternancia de areniscas, limolitas y lutitas de origen continental, de color beige a rojizo o morado.

Aunque no se habían señalado fósiles en esta formación, es probable que las rocas de una localidad situada al noreste de Tecamatlán, Puebla, que contienen plantas fósiles del Jurásico Medio, consistentes en *Equisetites*, *Cladophlebis*, *Piazopteris* y varias especies de *Ptilophyllum*, *Otozamites* y *Zamites*, correspondan a la Formación Tecomazúchil (Silva, 1969, p. 10).

FORMACION DIVISADERO (Erben, 1954, p. 35). — La Formación Divisadero tiene su localidad-tipo en Divisadero, cerca de Huayacocotla, Veracruz, entre Divisadero y Mina Vieja. Su edad es liásica. La litología es semejante a la de la Formación Huayacocotla por sus elementos arenosos de grano grueso, aunque una pequeña parte presenta carácter margoso. Los contactos inferior y superior se desconocen. Contiene abundantes microfragmentos carbonosos de plantas sobre los planos de estratificación de las lutitas negras (Erben, 1956a, p. 22), mal conservados e indeterminables, por lo que Erben (1954) en una tabla sobre facies del Jurásico Inferior de México, señaló esta formación como carente de plantas. Los amonitas son escasos en esta formación, en cambio los hivalvos son abundantes.

FORMACION TOTOLAPA (Erben, 1954, p. 35; 1956a, p. 19). — La Formación Totolapa

tiene su localidad-tipo en la Barranca del Río Totolapa, cerca de Huachinango, Puebla, entre el Cerro de Tlacoyunca y la Loma Chignahuapita. Probablemente también aflora en la Sierra de Catorce, San Luis Potosí (Erben, 1956a). Esta formación es de edad liásica. Existen pocas plantas terrestres en esta formación; en cambio, tiene abundantes amonitas y escasos bivalvos.

FORMACION HUAYACOCOTLA (Imlay *et al.*, 1948, p. 1750). – La localidad-tipo de la Formación Huayacocotla se encuentra en la barranca del Río Vinasco, cerca de Huayacocotla, Veracruz, entre los ranchos La Calera y Bada. La edad liásica temprana de estas capas se basa en amonitas (Burckhardt, 1930, p. 16) y plantas (Díaz-Lozano, 1916). Consiste en lutitas y areniscas o limolitas bandeadas, que muestran una estratificación muy delgada, de diferente coloración, siendo de color oscuro los estratos arcillosos y de color claro los arenáceos. Aflora en el noroeste de Veracruz, en el este de Hidalgo, y en la parte norte de Puebla, en donde los estratos marinos con abundante fauna de amonitas del Jurásico Inferior, se encuentran próximos o interestratificados con los depósitos continentales.

La Formación Huayacocotla fue considerada como una transición entre las Formaciones Totolapa y Divisadero, ya que la Formación Totolapa es exclusivamente lutítica con fauna de amonitas, y en la Formación Divisadero predominan los clásticos de grano grueso, que contienen abundantes pelecípodos (Erben, 1956a, p. 17). En la Formación Huayacocotla se presentan elementos arenáceos, y en cuanto a su fauna, aunque predominan los amonitas, también hay pelecípodos.

En el sur de Huayacocotla, Veracruz y Huachinango, Puebla, las plantas que fueron estudiadas por Díaz-Lozano (1916) provienen de las Formaciones Divisadero, Totolapa y Huayacocotla y, en general, se encuentran mal conservadas. Se conocen ocho géneros, cuya edad está comprobada por la asociación de las plantas con amonitas arietitidos (Erben, 1956a, p. 127). La flora consta de las Bennettitales *Otozamites*, *Pterophyllum*, *Ptilophyllum* y *Zamites*, de las Coniferales *Podozamites* y de los helechos *Sphenopteris* y *Piazopteris*.

FORMACION HUIZACHAL (Imlay, 1948, p. 1753; enmendada por Carrillo, 1961, p. 34). – Consiste en una secuencia de lutitas, lutitas arenosas, areniscas y conglomerado, de color rojo, gris y gris verdoso, en la que predomina el color rojo. Alcanza un espesor hasta de 2,000 m. Su localidad-tipo se encuentra en el Valle de Huizachal, a unos 20 km al suroeste de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Aflora con mayor amplitud en el Cañón de La Boca, situado a 17 km al noroeste de Ciudad Victoria, Tamaulipas (Carrillo, 1961, p. 35). Otras unidades correlacionables con esta formación afloran en el sur de Coahuila, este de Durango, norte y sur de San Luis Potosí, oeste y sur de Tamaulipas, sur de Nuevo León, este de Hidalgo y parte norte de Veracruz (Erben, 1956 b, p. 31).

La edad de esta formación ha sido muy discutida. Erben (1956b, p. 31) la consideró del Jurásico Medio, con la parte basal no más antigua que el Jurásico Inferior. A raíz de los estudios en la región de Ciudad Victoria, llevados a cabo por Mixon y colegas (1959) y por Carrillo (1961), se descubrieron en la parte media e inferior de esta formación, plantas bien conservadas de indudable edad triásica tardía (Mixon *et al.*, 1959, p. 769). Las primeras plantas colectadas en el Cañón del Novillo, cercano a Ciudad Victoria,

fueron identificadas como *Pterophyllum fragile* Newberry, *Pterophyllum inaequale* Fontaine, *Cephalotaxopsis carolinensis* Fontaine, y fragmentos de *Podozamites*.

Cerca de la parte basal de la Formación Huizachal, en el Cañón de La Boca, Carrillo (1961) colectó fragmentos de madera fósil que fueron clasificados como *Araucarioxylon*, probablemente de edad triásica. Un horizonte con madera de este tipo ha sido observado con regularidad en la parte basal de las secciones triásicas de esta región. Se colectaron también restos de *Equisetites* en el Cañón de Guayabas, género frecuente en el Mesozoico.

En la parte alta de la Formación Huizachal, en el Cañón de La Reja, se colectó *Williamsonia netzahualcoyotli* Wieland, que fue considerada como del Jurásico Inferior, pero recientemente esta especie se encontró en Oaxaca en la Formación Zorrillo, del Jurásico Medio (Delevoryas, 1973, p. 29).

FORMACION TODOS SANTOS (Sapper, 1896). – Su localidad-tipo está en la población Todos Santos, en el noroeste de Guatemala. Es un depósito continental, constituido por una secuencia de capas rojas cuya edad ha sido muy discutida por la ausencia de fósiles. Se ha considerado que comprende todo el Jurásico (Müllerried, 1936, p. 36, 37), o parte del Triásico Superior y Jurásico (López-Ramos, 1969, p. 65). Algunos autores aceptan que contiene estratos del Jurásico Inferior y Medio (Erben, 1956b, p. 33) y aún otros suponen que se extiende del Jurásico Superior al Cretácico Inferior (Richards, 1963; Viniegra, 1971). Consiste en una secuencia muy gruesa de capas rojas, constituida por conglomerado, arenisca, limolita, lutita y marga. Sus capas inferiores contienen plantas. Aflora en el sur de la región central del Istmo de Tehuantepec, en la región occidental de Chiapas, al sureste de Cintalapa y en el sur de Chiapas, en la región de Motozintla y en la región de Jaltenango (Webber y Ojeda, 1957). Estos depósitos son muy extensos en el norte de América Central. En el norte de Guatemala también se conocó como Formación Todos Santos, pero en Nicaragua, en Honduras y en El Salvador se le llama Formación Metapán (Müllerried, 1942, p. 129; Dengo y Bohnenberger, 1969, p. 212).

FORMACION LA CASITA (Imlay, 1936). – Tiene su localidad-tipo en el Cañón de La Casita, aproximadamente a 50 km al suroeste de Saltillo, Coahuila. Aflora en todos los cañones y en algunos de los caminos levantados durante el estudio geológico del Anticlinorio Huizachal-Peregrina. También se distribuye en gran parte del norte y noreste de México (Carrillo, 1961, p. 64). Está constituida por margas arenosas y carbonosas, calizas arcillocarbonosas, en parte fosfáticas, y areniscas. Se le asigna una edad jurásica tardía (kimeridgiano-portlandiana). Los fósiles que contiene son pelecípodos y amonitas. En las rocas del Potrero de Oballos en la Sierra de Las Hermanas, se encontraron restos de vegetales mal conservados, asociados con amonitas, entre los que se encuentra una rama de *Pagiophyllum* Heer (Coniferophyta) y madera indeterminable (Weber, 1972, p. 8). Estas rocas representan depósitos de ambiente costero.

GEOLOGIA HISTORICA

La distribución de los sedimentos del Jurásico Inferior y Medio indica que las tierras ocuparon una amplia extensión en el sur de México y en el norte de América Central, en tanto que el mar cubrió superficies de extensiones limitadas. Estos sedimentos están

representados principalmente por rocas continentales con plantas, asociados con mantos de carbón en unas localidades y en otras con depósitos de yeso y sal.

Durante el Jurásico Temprano, la mayor parte de México fue continental y permaneció arriba del nivel del mar. Sin embargo, existieron tres bahías, donde el mar cubrió regiones bajas, localizadas en el noroeste de Sonora, en el noroeste de Veracruz y partes adyacentes de Puebla, así como en una región, entre Guerrero y Oaxaca (Erben, 1956a, p. 122). El mar en la Bahía de Huayacocotla, contenía una fauna rica en amonitas. En la vecina región de Huachinango, las capas con las mismas especies de amonitas están interstratificadas con capas con plantas. Hacia el final del Jurásico Temprano, el mar se retiró gradualmente de la bahía, cuando se depositaron las capas con plantas en la parte alta de las Formaciones Huayacocotla, Divisadero y Totolapa (Erben, 1956a, p. 122). Los mantos de carbón y las plantas abundantes de la parte inferior de la Formación Rosario, acumulados en el fondo de la cuenca, sugieren que se trataba de depósitos pantanosos tropicales (Salas, 1949, p. 146; Imlay, 1953, p. 13).

Durante el Jurásico Medio, el territorio actual de México se encontraba arriba del nivel del mar y estuvo sujeto a la erosión (Erben, 1956b, p. 123; López-Ramos, 1974, p. 389), de manera que solamente hubo sedimentación en las paleocuecas. La paleocuenca continental de Guerrero-Oaxaca se extendió desde la parte noreste y este de Guerrero hasta el sur de Puebla y el noroeste de Oaxaca. El mar cubrió una extensión mucho más amplia que durante el Jurásico Temprano y al principio fue una cuenca poco profunda y pantanosa. Debido a levantamientos y hundimientos leves, en parte cíclicos, se depositaron sedimentos continentales alternando con sedimentos marinos. Hacia el final del Jurásico Medio, durante el Caloviano, un hundimiento mayor propició la transgresión marina que cubrió partes extensas del noreste y este del país. La Bahía de Huayacocotla, que había existido ya durante el Jurásico Temprano, volvió a quedar bajo el nivel del mar.

Hacia el final del Jurásico, durante el Oxfordiano, la transgresión marina fue más extensa y generalizada. Los mares del Oxfordiano, Kimeridgiano y Titoniano alcanzaron una gran extensión y cubrieron el centro y el extremo oriental del país, formando golfos, cuencas y un mar somero que se extendió en el norte hasta Sonora (Beauvais y Stump, 1976), y hacia el sur, en Oaxaca en la región de Tlaxiaco, (Person, 1976) en Guerrero y en Chiapas (Castro-Mora *et al.*, 1975).

REFERENCIAS CITADAS

- ARCHANGELSKY, SERGIO, 1970, *Fundamentos de paleobotánica*: La Plata, Argentina, Fac. Cienc. Nat. y Mus., Ser. Téc. Didáctica 10, 347 p., 22 lám.
- ARNOLD, C. A., 1947, *An introduction to paleobotany*: New York, McGraw-Hill, 433 p.
- ASH, S. R., 1972a, *Upper Triassic Dookum flora of eastern New Mexico and Texas*: New Mexico Geol. Soc., 23 Field Conf. Guidebook, p. 124-128.
- 1972b, *Plant megafossils of Chinle Formation*: in Breed, C. S. y Breed, W. J., ed., *Symposium on the Chinle Formation*. Northern Arizona Mus. Bull. 47, p. 23-44, 1 lám.
- BARNARD, P. D. W., 1973, *Mesozoic floras*: in Hughes, N. F., ed., *Organisms and continents through time*. The Paleont. Assoc., Londres, Spec. Pap. Paleontology 12, p. 175-188.
- BEAUVAIS, LOUISE Y STUMP, T. E., 1976, *Corals molluscs, and paleogeography of Late Jurassic*

- strata of the Cerro Pozo Serna, Sonora, Mexico: Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, v. 19, p. 275-301, 3 lám.
- BIERHORST, D. W., 1971, *Morfology of vascular plants: New York, MacMillan*, 560 p.
- BURCKHARDT, CARL, 1930, *Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain: Mém. Soc. Paléont. Suisse*, v. 49-50, 280 p.
- CARRILLO-BRAVO, JOSE, 1961, *Geología del Anticlinorio Huizachal-Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamps.: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros*, v. 13, 98 p.
- CASTRO-MORA, J. T., SCHLAEPFER, CARMEN Y MARTINEZ-RODRIGUEZ, EDUARDO, 1975, *Estratigrafía y microfacies del Mesozoico de la Sierra Madre del Sur, Chiapas: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros*, v. 27, p. 1-95.
- CRETE, P. Y GUINGNARD, J. L., 1968, *Précis de botanique: Paris, Masson*, t. 1, 358 p.
- DARRAH, W. C., 1960, *Principles of paleobotany: New York, The Ronald Press Co.*, 295 p.
- DELEVORYAS, THEODORE, 1963, *Morphology and evolution of fossil plants: New York, Holt Rinehart y Winston*, 189 p.
- 1969a, *Glossopterid leaves from the Middle Jurassic of Oaxaca, Mexico: Science (U.S.A.)*, v. 165, n. 3896, p. 895-896, illus.
- 1969b, (1971), *Biotic provinces and Jurassic-Cretaceous floral transition: Chicago, North Am. Paleont. Convention, Proc. L.*, p. 1660-1674.
- DELEVORYAS, THEODORE Y GOULD, R. E., 1973, *Investigations of North American cycadeoids: Williamsonian cones from the Jurassic of Oaxaca, Mexico: Rev. Palaeobot. Palynol.* (Amsterdam, Elsevier), v. 15, p. 27-42.
- DELEVORYAS, THEODORE, Y PERSON, C. P., 1975, *Mexiglossa varia gen. et sp. nov.; a new genus of Glossopteroid leaves from the Jurassic of Oaxaca, Mexico: Palaeontographica, Bd. 154, Abt. B.*, p. 114-120, 2 lám.
- DENGO, GABRIEL, Y BOHNENBERGER, OTTO, 1969, *Structural development of northern Central America: in McBirney, A. R., ed., Tectonic relations of northern Central America and the western Caribbean. Am. Assoc. Petroleum Geologists, Mem. 11*, p. 203-220.
- DIAZ-LOZANO, ENRIQUE, 1916, *Descripción de algunas plantas liásicas de Huayacocotla, Ver: Inst. Geol. México, Bol. 34*, 18 p., 9 lám.
- DOLUDENKO, M. P., Y ORLOVSKAYA, E. R., 1976, *Jurassic floras of the Karatau range, southern Kazakhstan: Palaeontology*, v. 19, pt. 4, p. 627-640.
- DORF, ERLING, 1970, *Paleobotanical evidence of Mesozoic and Cenozoic climatic changes: Chicago, 1969, North Am. Paleont. Convention, Proc. D*, p. 323-346.
- ERBEN, H. K., 1954, *Nuevos datos sobre el Liásico de Huayacocotla, Ver: Bol. Soc. Geol. Mexicana*, v. 17, p. 31-41.
- 1956a, *El Jurásico Inferior de México y sus amonitas: México, D. F., Cong. Geol. Internal.*, 20, Monogr., 393 p. 19 lám.
- 1956b, *El Jurásico Medio y Calloviano de México: México, D. F., Cong. Geol. Internal.*, 20, Monogr., 393 p.
- GUZMAN, EDUARDO, 1950, *Geología del noreste de Guerrero: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros*, v. 2, p. 95-156.
- HARRIS, T. M., 1931, *The fossil flora of Scoresby Sound, East Greenland; Part 1, Cryptogams (exclusive of Lycopodiales): Meddel. om Grønland, Bd. 85, n. 2*, 102 p., 18 lám.
- 1932a, *The fossil flora of Scoresby Sound, East Greenland; Part 2, Description of seed plants Incertae sedis, together with a discussion of certain cycadophyte cuticles: Meddel. om Grønland, Bd. 85, n. 3*, 114 p., 9 lám.
- 1932b, *The fossil flora of Scoresby Sound, East Greenland; Part 3, Caytoniales and Bennettiales: Meddel. om Grønland, Bd. 85, n. 5*, 133 p., 19 lám.
- 1964, *The Yorkshire Jurassic flora; Caytoniales, Cycadales and Pteridosperms: London, British Mus. (Nat. History)*, 191 p., 7 lám.
- HUGHES, N. F., 1973, *Mesozoic and Tertiary distributions and problems of land-plant evolution: in*

- Hughes, N. F., ed., *Organisms and continents through time*. The Paleont. Assoc., Londres, Spec. Pap. Paleontology 12, p. 189-198.
- HUMPHREYS, E. W., 1916, *Triassic plants from Sonora, Mexico, including a Neocalamites not previously reported from North America*: New York Bot. Garden, Mem. 6, p. 75-78, 1 lám.
- IMLAY, R. W., 1936, *Geology of the western part of the Sierra de Parras*: Geol. Soc. America Bull., v. 47, p. 1091-1152, 10 lám., 3 fig.
- 1953, *Las formaciones jurásicas de México*: Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 16, p. 1-65.
- IMLAY, R. W., CEPEDA, EDMUNDO, ALVAREZ, MANUEL, Y DIAZ, TEODORO, 1948, *Stratigraphic relations of certain Jurassic formations in eastern Mexico*: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 32, p. 1750-1761.
- LOPEZ-RAMOS, ERNESTO, 1969, *Geología del sureste de México y norte de Guatemala*: Guatemala, ICAITI Publ. Geol. 2, p. 57-67.
- , 1974, *Geología general y de México*: México, D. F., 507 p.
- MIXON, R. B., MURRAY, G. E., Y DIAZ-GONZALEZ, TEODORO, 1959, *Age and correlation of Huizachal Group (Mesozoic), State of Tamaulipas, Mexico*: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 43, p. 757-771.
- MÜLLERRIED, F. K. G., 1936, *Estratigrafía preliminar del Estado de Chiapas*: Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 9, p. 31-41.
- 1942, *The Mesozoic of Mexico and north-western Central America*: Washington, D. C., Am. Sci. Congr., 8, Proc., p. 126-147.
- PEREZ-IBARGUENGOITIA, J. M., HOKUTO, ALFONSO, Y CSERNA, ZOLTAN DE, 1965, *Reconocimiento geológico del área de Peulalcingo-Santa Cruz, Municipio de Acatlán, Estado de Puebla*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol., Paleontología Mexicana 21, pte. 1, 22 p.
- PERSON, C. P., 1976, *The Middle Jurassic flora of Oaxaca, Mexico*: Austin, Texas Univ., tesis doctoral, 145 p., 27 lám.
- RICHARDS, H. G., 1963, *Stratigraphy of earliest Mesozoic sediments in southeastern Mexico and western Guatemala*: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 47, p. 1861-1870.
- SALAS, G. P., 1949, *Bosquejo geológico de la cuenca sedimentaria de Oaxaca*: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. 1, p. 79-156.
- SAPPER, KARL, 1896, *Sobre la geografía física y la geología de la Península de Yucatán*: Inst. Geol. México, Bol. 3, 57 p., 6 lám.
- SILVA-PINEDA, ALICIA, 1961, *Flora fósil de la Formación Santa Clara (Cárnico) del Estado de Sonora*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol., Paleontología Mexicana 11, pte. 2, 30 p., 6 lám.
- 1969, *Plantas fósiles del Jurásico Medio de Tecamatlán, Estado de Puebla*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 27, pte. 1, p. 1-76, 19 lám.
- 1970, *Plantas fósiles del Jurásico Medio de la región de Tezoatlán, Oaxaca*: México, D. F., Soc. Geol. Mexicana, Libro-guía México-Oaxaca, p. 129-243, 11 fig.
- STANTON, T. W., 1918, *Mesozoic history of Mexico, Central America and West Indies*: Geol. Soc. America Bull., v. 29, p. 601-606.
- THOMAS, H. H., Y BANCROFT, NELLIE, 1913, *On the cuticles of some recent and fossil Cycadean fronds*: Linn. Soc. London Trans., ser. 2, v. 8, p. 155-204. lám. 17-20.
- VAKHRAMEEV, V. A., 1956, *Jurassic floras of the URSS*: Palaeobotanist, Lucknow, v. 14, n. 1-13, p. 118-123.
- VINIEGRA-OSORIO, FRANCISCO, 1971, *Age and evolution of salt basins of south-eastern Mexico*: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 53, p. 478-494, 10 fig.
- WEBBER, B. N., Y OJEDA-RIVERA, JESUS, 1957, *Investigación sobre lateritas fósiles en las regiones sureste de Oaxaca y sur de Chiapas*: Inst. Nal. Recursos Minerales (México), Bol. 37, 67 p.
- WEBER, REINHARD, 1972, *La vegetación maestrichtiana de la Formación Olmos de Coahuila, México*: Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 33, p. 5-19, 12 lám.
- 1973, *Salvinia coahuilensis nov. sp. del Cretácico Superior de México*: Ameghiniana, v. 10, n. 2, p. 173-190.

- 1976, "Dorfiella auriculata" F. *gen nov., sp. nov., un género nuevo de helechos acuáticos del Cretácico Superior de México*: Bol. Asoc. Latinoam. Paleobot. Palinol. (Buenos Aires), n. 3, p. 1-13.
- WESLEY, ALAN, 1973, *Jurassic plants*: in Hallam, A., ed., Atlas of paleobiogeography. Amsterdam, Elsevier, p. 329-338.
- WIELAND, G. R., 1914-1916, *La flora liásica de la Mixteca Alta*: Inst. Geol. México, Bol. 31, 165 p., 50 lám.