

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

INSTITUTO DE GEOLOGIA

DIRECTOR: ING. DIEGO A. CORDOBA-MENDEZ

PALEONTOLOGIA MEXICANA NUMERO 44

**CONTRIBUCIONES A LA PALEOBOTANICA DEL
JURASICO DE MEXICO**

PARTE 1. - PALEOBOTANICA DEL JURASICO DE MEXICO

POR

ALICIA SILVA-PINEDA

PARTE 2. - NOTAS SOBRE LA GEOLOGIA DEL AREA ENTRE SANTA CRUZ Y AYUQUILA,
ESTADOS DE PUEBLA Y OAXACA

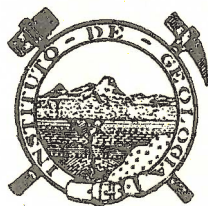
POR

FERNANDO ORTEGA-GUTIERREZ

PARTE 3. - PLANTAS DEL JURASICO MEDIO DEL SUR DE PUEBLA
Y NOROESTE DE OAXACA

POR

ALICIA SILVA-PINEDA



MEXICO, D. F.
1978

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

INSTITUTO DE GEOLOGIA

DIRECTOR: ING. DIEGO A. CORDOBA-MENDEZ

PALEONTOLOGIA MEXICANA NUMERO 44

**CONTRIBUCIONES A LA PALEOBOTANICA DEL
JURASICO DE MEXICO**

PARTE 1. - PALEOBOTANICA DEL JURASICO DE MEXICO

POR

ALICIA SILVA-PINEDA

PARTE 2. - NOTAS SOBRE LA GEOLOGIA DEL AREA ENTRE SANTA CRUZ Y AYUQUILA,
ESTADOS DE PUEBLA Y OAXACA

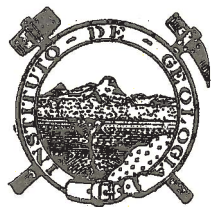
POR

FERNANDO ORTEGA-GUTIERREZ

PARTE 3. - PLANTAS DEL JURASICO MEDIO DEL SUR DE PUEBLA
Y NOROESTE DE OAXACA

POR

ALICIA SILVA-PINEDA



MEXICO, D. F.
1978

CONTENIDO

Página

Parte 1. Paleobotánica del Jurásico de México. Por <i>Alicia Silva-Pineda</i>	1
2. Notas sobre la geología del área entre Santa Cruz y Ayuquila, Estados de Puebla y Oaxaca. Por <i>Fernando Ortega-Gutiérrez</i>	17
3. Plantas del Jurásico Medio del sur de Puebla y noroeste de Oaxaca. Por <i>Alicia Silva-Pineda</i>	27

PALEOBOTÁNICA DEL JURÁSICO DE MÉXICO

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
Conifero fita	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 Cícadas".

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 África (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*, *Anomozamites*, *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.

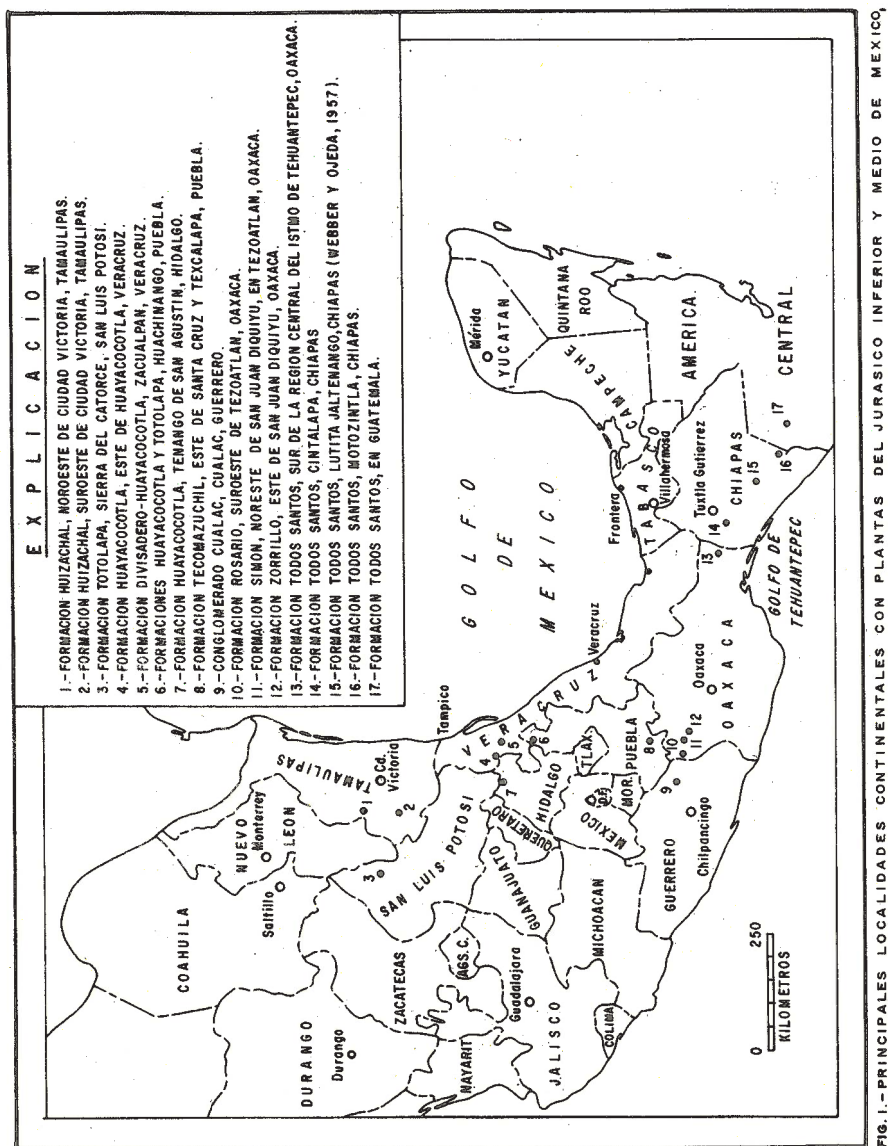


FIG. 1.-PRINCIPALES LOCALIDADES CONTINENTALES CON PLANTAS DEL JURASICO INFERIOR Y MEDIO DE MEXICO.

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

FLORA	Formación Tecomaztchi	Formación Huizachal	Formación Huayacocotla	Formación Rosario	Conglomerado Cuauac	Formación Zorrillo	Formación Simón	Formación Oaterra (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 hislopii</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 cuauhtemoci</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 Bennettitales *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 Bennettitales 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 Yucufuti, 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 Tecocoyunac que contiene una flora abundante y bien conservada, en la que son frecuentes las hojas de Bennettitales, 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 glosóptéridos 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 Diquiú, 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 bivalvos 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 Dikoum 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-IBARGUENCOITIA, 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, C. 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 Tecumatlán, 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.

NOTAS SOBRE LA GEOLOGIA DEL AREA ENTRE SANTA CRUZ Y AYUQUILA, ESTADOS DE PUEBLA Y OAXACA

Por

FERNANDO ORTEGA-GUTIERREZ

CONTENIDO

	<i>Página</i>
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCION	19
ESTRATIGRAFIA	19
Paleozoico	19
Mesozoico	22
Cenozoico	24
ROCAS INTRUSIVAS	25
ESTRUCTURA	25
REFERENCIAS CITADAS	25

ILUSTRACIONES

FIGURA 1.—Mapa de localización	20
2.—Mapa geológico de la región entre Texcalapa y Ayuquila, Estados de Puebla y Oaxaca	21

RESUMEN

El área de este artículo se encuentra en la región de la Mixteca Baja del sur de Puebla y norte de Oaxaca y en ella afloran rocas metamórficas del Paleozoico, sedimentarias marinas y continentales del Mesozoico y clásticas y volcánicas continentales del Cenozoico. Las rocas paleozoicas se incluyeron en la Formación Acatlán (Fries y Rincón-Orta, 1965), cuya parte inferior consiste de metasedimentos clásticos y rocas verdes y graníticas milonitizadas. Su parte superior está formada por filitas, meta-areniscas y meta-calizas (Formación Tecomate de Rodríguez-Torres, 1970).

Las rocas mesozoicas cubren discordantemente a la Formación Acatlán y fueron cartografiadas en cuatro unidades lito-estratigráficas. La más antigua de éstas, la Formación Tecmazúchil (Jurásico Medio), que contiene flora fósil, consiste en clásticos marinos y continentales. La Caliza Chimeco (Oxfordiano) transicionalmente sobreyace a la unidad anterior, y está cubierta concordantemente por calizas arcillosas y limolitas calcáreas de la Formación Mapache (Kimmeridgiano-Portlandiano). La Formación Morelos (Albiano-Cenomaniano inferior) descansa discordantemente sobre la secuencia jurásica y consiste de calizas y calizas dolomíticas fosilíferas.

Las rocas continentales terciarias se asignaron a la Formación Huajuapán, que guardan relación discordante con las unidades anteriores y consisten en su parte inferior de conglomerados rojos y en su parte superior de clásticos y volcanoclásticos.

Numerosos cuerpos intrusivos, de composición andesítico-dacítica cortan a las formaciones mencionadas; entre ellos destaca, por su expresión topográfica, la Peña de Ayuquila.

Las rocas metamórficas tienen una foliación subvertical dominante de N-S. Las rocas jurásicas forman un anticlinal amplio que buza suavemente hacia el norte. Las rocas cretácicas y terciarias constituyen el flanco oriental de un levantamiento alargado en dirección NW-SE, cortado por una falla normal que juxtapone hacia el oriente las rocas metamórficas paleozoicas.

ABSTRACT

The area of this paper is within the Mixteca Baja region of southern Puebla and northern Oaxaca, and is underlain by Paleozoic metamorphics, Mesozoic marine and continental sediments, and Cenozoic continental clastic and volcanoclastic deposits. The Paleozoic rocks were included in the Acatlan Formation (Fries and Rincón-Orta, 1965), whose lower part consists of clastic metasediments, and mylonitized greenstones and granitic rocks, while its upper part is formed by phyllites, meta-sandstones and meta-limestones (Tecomate Formation of Rodríguez-Torres, 1970).

The Mesozoic rocks overlie unconformably the Acatlan Formation and were mapped as four lithostratigraphic units. The oldest of these, the Tecmazúchil Formation (Middle Jurassic), that contains fossil flora, is made up of marine and continental clastics. The overlying Chimeco Limestone (Oxfordian) has a lower transitional contact with the Tecmazúchil Formation, and is covered concordantly by argillaceous limestones and calcareous siltstones of the Mapache Formation (Kimmeridgian-Portlandian). The Morelos Formation (Albian-lower Cenomanian) unconformably overlies the Jurassic sequence and consists of fossiliferous limestones and dolomitic limestones.

The Tertiary continental rocks were included in the Huajuapán Formation and these rest unconformably on the older lithostratigraphic units. The lower part of this formation consists of red conglomerates, whereas its upper part of clastic and volcanoclastic deposits.

Several intrusive bodies, of andesitic to dacitic composition, cut the formations mentioned; in these the most prominent, for its topographic expression, is the Peña de Ayuquila.

The metamorphic rocks have a steep N-S predominant foliation. The Jurassic rocks form a broad, gently north-plunging anticline, while the Cretaceous and Tertiary rocks constitute the east flank of a NW-SE elongated uplift, which is cut by a normal fault that enabled the juxtaposition of the Paleozoic metamorphics on the east.

INTRODUCCION

El objeto de este artículo es proporcionar un marco geológico general para situar la flora fósil descrita en la tercera parte de este número de Paleontología Mexicana (Silva-Pineda, 1978b).

El área se encuentra situada en la región natural conocida como la Mixteca Baja, a una latitud media de 18° N y longitud media de 98° W, entre las poblaciones de Acatlán, Puebla y Huajuapán, Oaxaca (Figura 1). Aunque sus desniveles topográficos no exceden los 500 m, la región se encuentra bastante disectada, en una fase de juventud tardía del ciclo geomorfológico. La altura media sobre el nivel del mar es de aproximadamente 1,300 m, pero el clima varía de seco y muy cálido con lluvias en verano en la parte norte, hasta semi-cálido húmedo con lluvias en verano en la parte meridional. La vegetación es escasa y de tipo semidesértico (cactáceas y arbustos espinosos), excepto en los cauces de los arroyos principales donde crecen especies arbóreas con relativa abundancia. El área está drenada por los ríos Acateco al norte y Mixteco al occidente, ambos afluentes del Río Balsas.

El acceso a la parte septentrional de la región es desde la Carretera Federal 190, por la brecha que parte en el Km 268 y conduce a los pequeños poblados de Santa Cruz y Texcalapa, ambos en la margen del Río Petlalcingo. La parte sur está comunicada por una carretera de primer orden, que liga Huajuapán con Mariscala, pasando por Ayuquila. Esta población también está comunicada con la Carretera Federal 190, por medio de un camino en mal estado, que parte de Salitrillo, situado aproximadamente en el Km 284.

ESTRATIGRAFIA

En la región afloran rocas metamórficas del Paleozoico, sedimentarias marinas y continentales del Mesozoico y unidades clásticas y volcánicoclásticas continentales del Cenozoico (Figura 2).

PALEOZOICO

Formación Acatlán.—Fries y Rincón-Orta (1965, p. 88) formalmente dieron este nombre al conjunto de rocas metamórficas que cubren extensas regiones de la Mixteca en los estados de Puebla (parte meridional), Oaxaca (parte septentrional) y Guerrero (parte nororiental). La secuencia consiste principalmente de metasedimentos clásticos, con intervalos metavolcánicos, que están intrusionados por diversos cuerpos plutónicos deformados de edades radiométricas del Paleozoico (Fries *et al.*, 1966, 1970; Halpern *et al.*, 1974). La evolución geológica del complejo está descrita detalladamente en un estudio anterior (Ortega-Gutiérrez, 1975).

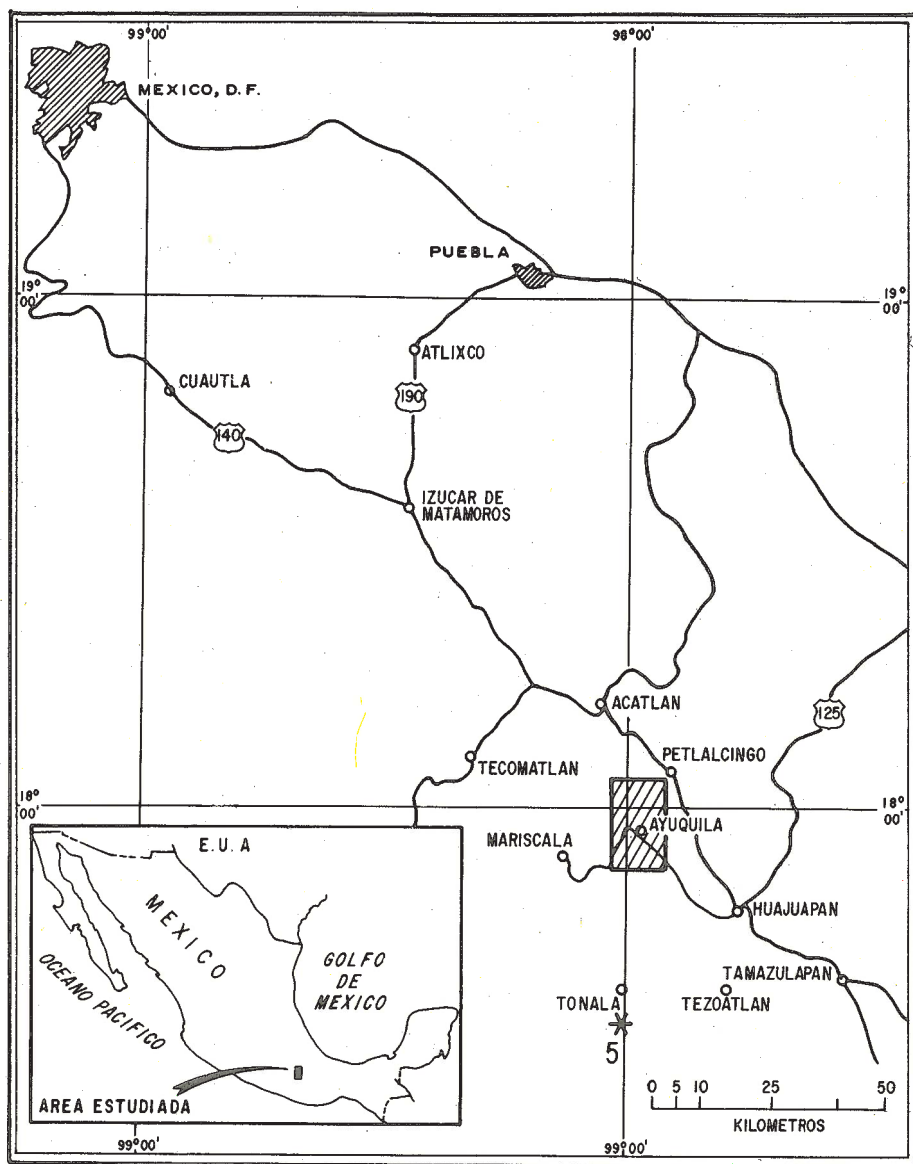


FIGURA 1.—Mapa de localización.

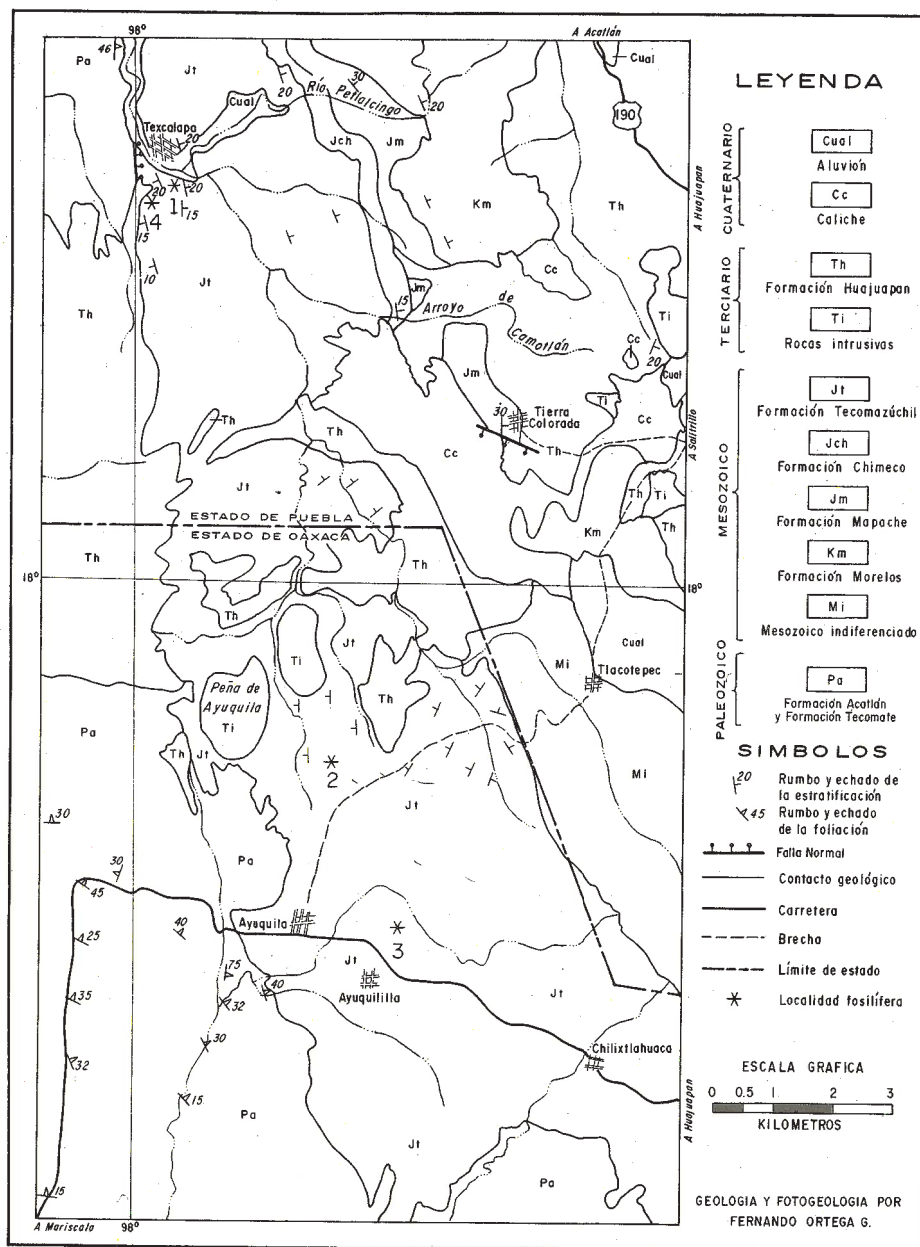


FIGURA 2.—Mapa geológico de la región entre Texcalapa y Ayuquila, Estados de Puebla y Oaxaca.

Formación Tecomate.—Rodríguez-Torres (1970, p. 74) separó esta unidad de la Formación Acatlán, para referirse a una secuencia... "casi sin metamorfismo alguno, que aflora inmediatamente al sureste de Acatlán", y la definió como sigue: "La secuencia está formada por limos, grauvacas (turbiditas), conglomerados deformados, areniscas cuarzosas y calizas laminadas". Dicho autor asignó a esta formación una edad paleozoica tardía, basándose únicamente en su escaso grado de metamorfismo, en contraste con el grado más alto que presentan las unidades adyacentes de la Formación Acatlán, considerada por diversos autores como del Paleozoico inferior o Precámbrico.

En el área de Santa Cruz, un poco al norte de Texcalapa, la Formación Técomate consiste de filitas, meta-areniscas y metacalizas interestratificadas y deformadas fuertemente. Su foliación tiene un rumbo N-S e inclinación intermedia al oriente. Esta foliación se encuentra además plegada, formando estructuras mesoscópicas de perfil e inclinación axial suaves con dirección al norte. En esta área, su contacto con las unidades clásticas del Mesozoico es tectónico. Una zona de falla está expuesta en las cercanías de Santa Cruz y está caracterizada por la presencia de una brecha cataclástica con un rumbo al norponiente, de 10 a 15 m de espesor, así como por pequeños pliegues visibles en las capas arcillosas de las unidades mesozoicas; aparentemente se trata de una falla normal. El contacto inferior de la Formación Tecomate no está expuesto en el área considerada, pero a corta distancia, al poniente de Ayuquila, la formación cede lugar a una secuencia de filitas, filitas cuarzosas y cuarcitas intensamente deformadas, pertenecientes también a la Formación Acatlán. Entre ambas unidades, sin embargo, existe un intervalo de rocas verdes y graníticas milonitizadas de edad premetamórfica, cuya relación con las unidades metasedimentarias aún no ha sido establecida.

MESOZOICO

Las rocas mesozoicas de la región han sido objeto de algunos estudios generales y de una investigación estratigráfica de detalle por Pérez-Ibargüengoitia y colaboradores (1965), donde se describen las formaciones marinas del Jurásico Superior y, con menor detalle, una secuencia continental-litoral (Jurásico Medio) y una secuencia carbonatada del Cretácico (Formación Morelos). En el presente artículo no se añaden nuevos datos a la estratigrafía de las formaciones del Jurásico Superior.

Formación Tecomazúchil.—Pérez-Ibargüengoitia y colaboradores (1965, p. 10) emplean este nombre para referirse a una secuencia conglomerática, que cubre discordantemente al basamento metamórfico y que tiene un contacto transicional en la región de Santa Cruz-Texcalapa con la Formación Chimeco, de edad oxfordiana, que la sobreyace. Dichos autores le asignaron un espesor de 735 m en su localidad-tipo. En el área de Ayuquila, la Formación Tecomazúchil en su parte inferior muestra una secuencia adicional de capas clásticas ricas en flora fósil alcanzando así un espesor mínimo estimado de 1,000 m y un espesor máximo superior a 2,000 m. Esta secuencia adicional, cuando se

estudie detalladamente, podrá denominarse como "Formación Ayuquila" junto con el conglomerado cuarzoso que aflora en las cercanías de Santa Cruz (Pérez-Ibargüengoitia *et al.*, *op. cit.* p. 10). Este conglomerado se distingue por su aspecto masivo y por consistir principalmente de fragmentos de cuarzo blanco y esquistos derivados del basamento adyacente. La sección expuesta por debajo de este conglomerado masivo, consiste de capas psefíticas comparables, pero más delgadas y con numerosas intercalaciones de limolitas y areniscas de color morado y areniscas de color verde. Inmediatamente al sur de Texcalapa, la flora fósil abunda en las areniscas verdes.

La parte superior de la Formación Tecomazúchil por encima del conglomerado cuarzoso es francamente arenosa; las capas superiores son areniscas amarillentas, algo calcáreas, en estratos delgados con espesores máximos de unos 40 cm. Hacia abajo, estas capas están sustituidas por una secuencia de areniscas arcósicas color rosa y verde con interestratos de limolitas verdes, moradas, grises y amarillentas. Las areniscas muestran frecuentemente diastratificación con fuertes inclinaciones, y algunos estratos contienen estructuras fósiles que semejan huellas de gusanos. Infrayace a esta sección una serie de capas conglomeráticas que incluyen un fragmento de tronco de madera fosilizado de 2 m de largo y 40 cm de diámetro, localizado unos 5 km al suroriente de Texcalapa, sobre el Arroyo de Las Peñas. También es importante mencionar la presencia, ya antes notada por Pérez-Ibargüengoitia y colaboradores (1965, p. 10), de rocas basálticas cuya relación con las unidades clásticas de la Formación Tecomazúchil, no pudo ser aclarada por dichos autores. Sin embargo, del análisis cuidadoso de uno de estos cuerpos basálticos, realizado por el autor en la confluencia de los arroyos Agua Escondida y de La Pedrera, resultó que también existen tobas basálticas con mucho cuarzo detrítico, descansando bajo la capa basáltica. Este hecho demuestra que los basaltos fueron lavas derramadas contemporáneamente con el depósito de los sedimentos de la Formación Tecomazúchil.

Jurásico Superior.—Las rocas del Jurásico Superior fueron objeto de detallados estudios geológicos (Pérez-Ibargüengoitia *et al.*, 1965) y paleontológicos (Alencáster y Buitrón, 1965). La secuencia infrayace con discordancia a rocas calcáreas del Cretácico. El espesor total reportado es de 600 m; la secuencia ha sido asignada a dos unidades litoestratigráficas que son la Caliza Chimeco (100 m) y la Formación Mapache (500 m). La primera fue descrita como una secuencia de calizas y calizas arcillosas y la segunda de calizas arcillosas y limolitas calcáreas. Las edades asignadas, con base en su fauna fósil, fueron oxfordiana y kimmeridgiano-portlandiana, respectivamente.

Formación Morelos.—Pérez-Ibargüengoitia y colaboradores (1965) cartografiaron como la Formación Morelos las calizas expuestas frente a Petlalcingo, que discordantemente cubren a las rocas del Jurásico Superior. Le estimaron un espesor de 400 m, describiéndola como una secuencia de calizas masivas, fosilíferas, con algunos horizontes dolomíticos y con nódulos de pedernal. Según observaciones del presente autor, la formación consiste de calizas gris claro en estratos masivos de más de un metro de espesor, algunos formando coquinas de micro y microfósiles, principalmente foraminíferos y lamelibranquios. Muchos de los estratos masivos han desarrollado superficies internas e irregulares de rompimiento, que frecuentemente se convierten en suturas estilolíticas. Las secciones delgadas examinadas demostraron la presencia de abundantes

biomicritas recristalizadas y microbrechadas. El proceso de brechamiento también es observable a mayor escala en muchos de los estratos, afectando incluso a los nódulos de pedernal que contienen.

Es importante mencionar una localidad un poco fuera del área considerada, sobre la Carretera Federal 190 y frente a la población de Chila, donde está expuesta una sección de margas, calizas arenosas y yeso. Esta sección fue descrita por Erben (1956, p. 62) considerándola integrada por las formaciones Tilantongo, Petlalcingo y Tlaltepexi (Salas, 1949) de edades cretácica tardía, cretácica temprana y terciaria, respectivamente. Sin embargo, es fácil demostrar que toda la secuencia pertenece al Cretácico Inferior, ya que los contactos entre las diferentes unidades son concordantes, y que de las margas se colectaron gasterópodos (*Tylostoma?*) y equinoides (*Tetragrama* cf. *picteli* (Desor)) semejantes a los de la Formación San Juan Raya, según determinaciones hechas por las Dras. G. Alencáster y B. E. Buitrón.

CENOZOICO

Formación Huajuapán.—Salas (1949, p. 120) denominó con el nombre de "Capas Huajuapán" a una "serie de areniscas, cenizas volcánicas, arcillas arenosas y capas de conglomerados y brechas que ocurren interestratificadas en la sección", designando como su localidad-tipo al valle de Huajuapán y considerándolas como de probable edad terciaria. En el área estudiada, la Formación Huajuapán consiste de una parte basal de conglomerados en estratos masivos y color rojizo, con intercalaciones de areniscas. Una buena sección de estas litologías basales aflora a lo largo del Arroyo de Camotlán, situado unos 3 km al sureste de Texcalapa. Su contacto es discordante sobre las diversas formaciones mesozoicas, pero también puede descansar directamente sobre el basamento metamórfico. La parte inferior consiste de unos 300 m de estratos alternados de conglomerado, arenisca conglomerática y areniscas rojas. Los conglomerados están pobremente clasificados, son de naturaleza polimítica y oligomítica y su estratificación es masiva en capas de varios metros de espesor. Los clastos están pobremente redondeados y en composición varían según su posición estratigráfica; es decir, las capas basales contienen sólo cantos de areniscas jurásicas, mientras que en las capas superiores predominan los clastos de las calizas cretácicas. Además, algunas de las capas basales tienen cantos de un pórfido felsítico. El tamaño medio de los cantos y gravas varía entre 1 y 5 cm y sólo en raras ocasiones superan los 20 cm.

La parte superior clástica y volcánico-clástica de la Formación Huajuapán aflora escasamente en el área cubierta por el mapa (Figura 2). Sin embargo, en las cercanías de Petlalcingo, estas unidades alcanzan un espesor estimado en 200 m. Consiste de conglomerados tobáceos con fragmentos de rocas metamórficas, incluidos en una matriz areno-tobácea, areniscas tobáceas de colores claros y rojizos, de estratificación pobre y de algunas areniscas con diastatificación. La secuencia contiene además un dique ígneo, ligeramente discordante y de composición hipersilícica.

Cuaternario.—Las rocas asignables al Pleistoceno y Holoceno consisten de aluvi3n y caliche. La unidad de caliche se encuentra rodeando a los macizos topogr3ficos calc3reos formados por rocas del Cret3cico; su m3xima expresi3n la adquiere en las cercan3as del rancho Tierra Colorada, donde forma una especie de mesa que cubre diferentes formaciones mediante una costra de superficie rugosa de varios metros de espesor.

ROCAS INTRUSIVAS

Entre Chila y Petlalcingo afloran numerosos cuerpos intrusivos de peque1o tama1o que fueron emplazados en las formaciones mesozoicas y terciarias. Su composici3n qu3mica y petrogr3fica corresponde a rocas andes3ticas y dac3ticas. La Pe1a de Ayuquila es, entre ellos, el cuerpo m3s notable por su expresi3n topogr3fica abrupta, que destaca entre los lomer3os suaves de los terrenos jur3sicos intrusionados. Se les considera una edad terciaria por su relaci3n intrusiva con las unidades de la Formaci3n Huajuapam.

ESTRUCTURA

Las rocas metam3rficas del basamento muestran deformaci3n y metamorfismo regional polifac3tico. Predomina una foliaci3n de rumbo N-S, vertical a moderada hacia el oriente. Los planos de foliaci3n contienen marcadas lineaciones de buzamiento escaso hacia el norte, siguiendo la direcci3n local de las grandes estructuras pale3zoicas. Con profunda discordancia las capas jur3sicas descansan sobre el basamento, o est3n en contacto con 3l por falla, y se presentan plegadas suavemente al parecer junto con 3ste, definiendo un gran anticlinal buzando al norte. Las rocas cret3cicas tambi3n descansan con discordancia angular sobre la secuencia jur3sica. En conjunto, definen el flanco oriental de un levantamiento anticlinal con direcci3n axial al norponiente. Hacia el oriente, el anticlinal est3 cortado por una falla normal, inferida bajo la cubierta del Cenozoico superior y cuyo rumbo tambi3n es al norponiente. El considerable desplazamiento vertical del bloque oriental puso al descubierto rocas metam3rficas de grados alto e intermedio entre Petlalcingo y Magdalena.

La Formaci3n Huajuapam cubre discordantemente a las unidades m3s antiguas. Sus estratos presentan inclinaciones hasta de 30° hacia el oriente y recubren la parte superior del flanco del anticlinal definido por las formaciones del Mesozoico. Las formaciones del Cenozoico superior no presentan deformaci3n alguna.

REFERENCIAS CITADAS

- ALENCASER, GLORIA, Y BUITRON, B. E., 1965, *Fauna del Jur3sico Superior de la regi3n de Petlalcingo, Estado de Puebla*: Univ. Nal. Aut3n. M3xico, Inst. Geolog3a, Paleontolog3a Mexicana 21, pte. 2, 53 p.
- ERBEN, H. K., 1956, *El Jur3sico Medio y el Calloviano de M3xico*: M3xico, D. F., Congr. Geol. Internal., 20, Monogr., 140 p.

- FRIES, CARL, JR., Y RINCON-ORTA, CESAR, 1965, *Nuevas aportaciones geocronológicas y técnicas empleadas en el Laboratorio de Geocronometría*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 73, p. 57-133.
- FRIES, CARL, JR., SCHLAEPFER, C. J., Y RINCON-ORTA, CESAR, 1966, *Nuevos datos geocronológicos del Complejo Oaxaqueño*: Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 29, p. 59-66.
- FRIES, CARL, JR., RINCON-ORTA, CESAR, SOLORIO-MUNGUÍA, JOSE, SCHMITTER-EDUARDO, Y CSERNA, ZOLTAN DE, 1970, *Una edad radiométrica ordovícica de Totoltepec, Estado de Puebla*: México, D. F., Soc. Geol. Mexicana, Libro-guía México-Oaxaca, p. 164-166.
- HALPERN, MARTIN, GUERRERO-G., JOSE, Y RUIZ-C., MARIO, 1974, *Rb-Sr dates of igneous and metamorphic rocks from south-eastern and central Mexico*: México, D. F., Unión Geofísica Mexicana, Reunión Anual, p. 30-32 (resumen).
- ORTEGA-GUTIERREZ, FERNANDO, 1975, *The pre-Mesozoic geology of the Acatlán area, South Mexico*: Leeds Univ. (Inglaterra), tesis doctoral, 166 p., (inédito).
- PEREZ-IBARGUENGOITIA, J. M., HOKUTO, C. A., Y CSERNA, ZOLTAN DE, 1965, *Reconocimiento geológico del área Petlalcingo-Santa Cruz, Municipio de Acatlán, Estado de Puebla*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 21, pte. 1, 22 p.
- RODRIGUEZ-TORRES, RAFAEL, 1970, *Geología metamórfica del área de Acatlán, Estado de Puebla*: México, D. F., Soc. Geol. Mexicana, Libro-guía México-Oaxaca, p. 51-54.
- SALAS, G. P., 1949, *Bosquejo geológico de la cuenca sedimentaria de Oaxaca*: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. 1, p. 79-156.

PLANTAS DEL JURASICO MEDIO DEL SUR DE PUEBLA Y NOROESTE DE OAXACA

Por

ALICIA SILVA-PINEDA

CONTENIDO

	<i>Página</i>
RESUMEN	27
ABSTRACT	28
INTRODUCCION	28
INVESTIGACIONES PREVIAS	28
EDAD DE LA FLORA	29
AGRADECIMIENTOS	30
PALEOBOTANICA SISTEMATICA	30
REFERENCIAS CITADAS	40

ILUSTRACIONES

LAMINA 1.—Equisetales	44
2.—Equisetales y Filicales	46
3.—Filicales	48
4.—Filicales	50
5.—Caytoniales, Bennettitales y Nilssoniales	52
6.—Bennettitales	54
7.—Bennettitales	56

RESUMEN

Se describen 10 especies de plantas fósiles provenientes del sur de Puebla y del noroeste de Oaxaca. Esta flora, la cual se asigna al Jurásico Medio, está compuesta por helechos, equisetales, pteridospermas y cicadofitas. Solamente una de las especies (*Nilssonia macrophylla*) constituye una forma hasta ahora desconocida en la flora fósil de México.

ABSTRACT

Fossil plants, consisting of 10 species, collected from southern Puebla and northwestern Oaxaca are described.

This flora, considered to be of Middle Jurassic age, includes equisetals, ferns, pteridosperms and cycadophytes, of which only one species (*Nilssonia macrophylla*) was not previously known in the Mexican fossil flora.

INTRODUCCION

El material estudiado consta de varias colecciones provenientes de localidades situadas en el sur del Estado de Puebla y en el noroeste del Estado de Oaxaca, cuya ubicación se muestra en los mapas que acompañan el artículo de Ortega-Gutiérrez (1978, figs. 1 y 2), que constituye la Parte 2 de este número de Paleontología Mexicana.

LOCALIDAD 1. — Se encuentra en los alrededores inmediatos de Texcalapa, Puebla (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2); la colecta fue efectuada en marzo de 1970 por el Dr. Nicholas Rast, de la Universidad de Liverpool, Inglaterra, y por el M. en C. Rafael Rodríguez Torres, del Instituto de Geología.

LOCALIDAD 2. — Está situada a 3 km al norte de Ayuquila, Oaxaca, y al suroriente de la Peña de Ayuquila; la colecta fue hecha por las Dras. Gloria Alencáster de Félix y Blanca Estela Buitrón, en abril de 1970 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

LOCALIDAD 3. — Se localiza a 1 km al nororiente de Ayuquillilla, Oaxaca; la colecta la realizó el Dr. Luis Itafael Segura-Vernis, entonces del Instituto de Geología, en abril de 1970 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

LOCALIDAD 4. — Se encuentra inmediatamente al sur de Texcalapa, Puebla; la colecta fue efectuada por el Dr. Fernando Ortega-Gutiérrez en julio de 1970 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

LOCALIDAD 5. — Está situada en los alrededores de Tonalá, Oaxaca; la colecta de plantas fue llevada a cabo por el Ing. Leovigildo Cepeda, entonces del Instituto de Geología, en febrero de 1971 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 1).

Todas las plantas provenientes de las cinco localidades se encuentran como impresiones y compresiones en areniscas de la Formación Tecamazúchil (Ortega-Gutiérrez, 1978). En general, el material estudiado se encuentra en mal estado de conservación, por lo que no fue posible estudiar las cutículas de estos ejemplares.

Este estudio constituye una contribución para el mejor conocimiento de las plantas fósiles de México; además, intenta precisar la edad y proporcionar los alcances estratigráficos de la flora en las diversas regiones.

INVESTIGACIONES PREVIAS

Desde fines del siglo pasado, la geología de la región que comprende el sur de Puebla y oeste de Oaxaca, fue estudiada por Santiago Ramírez (1882, p. 38-39), durante los trabajos de prospección de los yacimientos de carbón mineral. Dicho autor proporcionó la descripción geológica de la región, y mencionó la presencia de una arcilla con impresiones de fósiles vegetales, que consideró pertenecientes al género *Zamia* (Ramírez,

1882, p. 51-52). En 1896, José G. Aguilera describió detalladamente la geología de esta región, sin mencionar las plantas fósiles (Aguilera *et al.*, 1896). Sin embargo, en el estudio de Wieland (1914, p. 8) se señala que Aguilera le comunicó el hallazgo de cícadas fósiles provenientes del punto llamado Peña de Ayuquila, cerca del pueblo del mismo nombre. El mismo Aguilera (1907, p. 232) poco después, observa que idénticos géneros y especies de la localidad de Los Bronces, en el Estado de Sonora, se encuentran en localidades de los Estados de Oaxaca y Puebla, y menciona las especies *Ctenophyllum grandiflorum* Fontaine y *C. Herrerae* Fontaine, que incluye en la "Serie Neotriásica" de México.

Un estudio más sobre esta área lo realizó Maldonado-Koerdell (1948, p. 61-68), quien cita a otros autores que anteriormente encontraron plantas fósiles en diversas localidades de esta región, y proporciona descripciones detalladas de algunos afloramientos; además menciona que en las cercanías de la Peña de Ayuquila, en capas arenosas y arcillosas próximas a las capas de carbón, colectó plantas fósiles correspondientes a pteridospermas y cicadáceas de diversos géneros y especies. Recientemente Person (1976), que estudió la flora del Jurásico Medio de Oaxaca, considera esta región como una posible continuación de las capas donde se colectó el material que estudió Wieland (1914), ya que contiene las mismas especies.

EDAD DE LA FLORA

Aguilera asignó una edad probable triásica tardía a las capas de areniscas del sur de Puebla y del noroeste y oeste de Oaxaca (Aguilera *et al.*, 1896, p. 96). Fontaine (*in* Ward, 1889, p. 826) señaló una edad rética para esta vegetación fósil, que le fue enviada por Mariano Bárcena para su estudio. Según Maldonado-Koerdell, esas plantas posiblemente provenían de la localidad de Acatlán, Puebla, ya que el mismo Maldonado-Koerdell (1948, p. 65) encontró aquí plantas fósiles, cuya edad consideró del Rético; sin embargo, observa que no se encontró ningún otro fósil característico que pudiera aclarar algo más sobre la edad, debido a que se realizaron exploraciones ocasionales e incompletas.

La mayor parte de las especies que se describen en este estudio, es frecuente tanto en el Jurásico Inferior como en el Jurásico Medio de varias regiones del mundo, aunque algunas tienen un alcance estratigráfico más amplio, que abarca del Triásico Superior al Cretácico Inferior.

Piazopteris branneri, que es muy abundante en la flora aquí descrita, es asignada por Ash (1972) al Jurásico Inferior de Egipto. Este autor considera una edad jurásica temprana para esa flora, por encontrarse en rocas cubiertas por sedimentos marinos con fósiles correspondientes a la parte inferior del Jurásico Medio (Bajociano) (Ash, 1972, p. 148). Otros autores, que también describen esta especie, la han considerado del Jurásico Inferior (Carpentier y Lamare, 1932, p. 90). No obstante, también ha sido identificada en el Jurásico Medio de Oaxaca (Person, 1976), en el Cretácico de Brasil (White, 1913) y en el Cretácico de Egipto (Webber, 1961).

En general, la presente flora contiene especies que ya se han señalado en el Jurásico Medio de otras localidades de Oaxaca y Puebla (Silva, 1969; 1970; Delevoryas y Gould,

1973; Person, 1976), por lo que se considera que se trata de la misma edad, ya que, seguramente como señala Person (1976, p. 103), esta flora con los estratos que la encierran representa una prolongación de las capas de El Consuelo, de donde proviene la colección de Wieland.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa el debido reconocimiento a las siguientes personas que colectaron el material y lo proporcionaron a la autora para su estudio: Dra. Glora Alencáster de Félix, Dra. Blanca Estela Buitrón, Ing. Leovigildo Cepeda, Dr. Fernando Ortega-Gutiérrez, Dr. Nicholas Rast, M. en C. Rafael Rodríguez-Torres y Dr. Rafael Segura-Vernis. Asimismo, se hace patente la gratitud de la autora a la Dra. Alencáster y al Dr. Reinhard Weber, quienes revisaron el manuscrito e hicieron valiosas indicaciones, así como al Dr. Fernando Ortega-Gutiérrez, quien estudió la geología de la región.

PALEOBOTANICA SISTEMATICA

División Sphenophyta
Orden EQUISETALES
Familia EQUISETACEAE
Género *Equisetum* Linneo 1753.

Equisetum rajmahalense Oldham y Morris
(Lámina 1, figuras 4, 5; Lámina 2, figuras 2-4)

Equisetum rajmahalensis Oldham y Morris, Person, 1976, p. 22, lám. 1, fig. 1-4.

DESCRIPCION.—Impresiones de pequeños fragmentos de tallos, donde se observan los nudos y parte de los entrenudos. En la región de los nudos se encuentran las vainas foliares. Las hojas son pequeñas, ligeramente ensanchadas en la base y en número de 10 a 14 en la cara observada. La mayoría de las hojas se encuentra completa y no se observan los dientes.

DIMENSIONES.—El fragmento de tallo más grande mide 22 mm de largo por 16-18 mm de ancho. Las hojas miden de 20-25 mm de largo por 1 mm de ancho.

OBSERVACIONES.—El material estudiado se identificó como *Equisetum rajmahalense* debido a su gran semejanza con ejemplares del Jurásico Medio de la región de El Consuelo, Oaxaca (Person, 1976, p. 22). Sin embargo, los ejemplares estudiados también son muy semejantes a otras especies de este género. Se asemejan a *Equisetites sarrani*, del Rético de Tonkin (Zeiller, 1903), en su aspecto general y también a *E. bradyi*, del Triásico Superior de Arizona (Daugherty, 1941).

E. doratodon (Harris, 1931, p. 16) del Liásico de Groenlandia tiene cierta semejanza

con estos ejemplares, tanto en el número como en el tamaño de las hojas. Esta especie ha sido considerada por Kilpper (1964, p. 15) como sinónimo del *Equisetum sarrani*, del Liásico del norte de Irán. El ejemplar representado en la figura 2 de la Lámina 2, que Kilpper considera como *E. cf. sarrani*, es semejante a los de la presente colección.

E. koreanicus Kon'no (1962, p. 36) del Rético-Liásico del norte de Korea, es semejante a la especie descrita, pero de tamaño mayor.

Yabe y Oishi (1933, p. 202) describen como *Equisetites* sp., a un ejemplar del Jurásico Medio de Manchuria, que es semejante a *E. rajmahalense*.

LOCALIDAD.—Localidades 2 de Ayuquila, Oaxaca y 3 de Ayuquillilla, Oaxaca (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Tallos de Equisetales

(Lámina 1, figuras 1-3; Lámina 2, figura 1)

Varios fragmentos de tallos, más o menos grandes, que tienen la superficie ornamentada con costillas y surcos longitudinales claramente marcados. Alcanzan una longitud de 8.0-13.5 cm y una anchura de 5.0-6.0 cm. Las marcas transversales de los tallos corresponden a fracturas del mismo y no a nudos (Lámina 1, figura 1). En este material no se observan los nudos, ni las hojas, ni cicatrices foliares, lo que no permite decidir a qué género pertenecen estos tallos. Sin embargo, al género que más se asemejan es a *Equisetum*, porque tienen bien marcadas las costillas; en cambio, otros géneros, como *Neocalamites*, presentan el tallo con pocas costillas o son lisos (Archangelsky, 1970, p. 96).

LOCALIDAD.—Las muestras se colectaron en las localidades 1 y 4, en los alrededores de Texcalapa, Puebla (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

División Pterophyta

Orden FILICALES

Familia MATONIACEAE

Género *Piazopteris* Lorch 1967

Piazopteris branneri (White) Lorch

(Lámina 2, figuras 5-7; Lámina 3, figuras 1, 4;

Lámina 4, figuras 2-4)

Alethopteris branneri White, 1913, p. 633, fig. 1-3; Gothan y Jongmans, 1952, p. 1, lám. 1, fig. 1, la, 2, 2a, lám. 2, fig. 2, 3a, 4, 6, 7, lám. 3, fig. 5, 5a; Silva, 1969, p. 14, lám. 2, fig. 1-3, lám. 3, fig. 1, 2, lám. 4, fig. 1, 2, 5, lám. 5, fig. 1, 4, lám. 18, fig. 1, lám. 19, fig. 1, 2; Jongmans, 1957, p. 97.

Alethopteris (?) *Oaxacensis* Wieland, 1914-1916, p. 126, lám. 42, fig. 1-4, lám. 44, fig. 5, 6; Müllerried, 1933, p. 43; Maldonado-Koerdell, 1950, p. 25; Jongmans, 1957, p. 149.

Phlebopteris branneri (White) Lorch, 1963, p. 33; Jongmans y Dijkstra, 1963, p. 2480; 1968, p. 4004.

Piazopteris branneri (White) Lorch, 1967, p. 134, lám. 3, lám. 4, fig. a, b, lám. 5, fig. a-c, e, f, lám. 6, fig. 2, 3; Boureau, 1970, p. 334, fig. 263; Ash, 1972, p. 150; Person, 1976, p. 26, lám. 1, fig. 5, lám. 2, fig. 6.

DESCRIPCION.—Fragmentos de pinas primarias, que corresponden a la región superior de la fronda, con el raquis que es estriado longitudinalmente adelgazado hacia el ápice. Las

pinas secundarias se disponen a uno y otro lado del raquis, a intervalos de 9-10 mm, formando ángulos de 60° a 70°. Las pinas son opuestas o subopuestas, siendo las de la región apical más pequeñas que las situadas en el resto del raquis primario.

Las pínulas también son opuestas o subopuestas. Las de la región basal se encuentran formando ángulos de 90° y las de la región distal forman ángulos de 45°. Algunas son arqueadas hacia arriba y otras son rectas. Están insertadas en el raquis secundario por todo lo ancho de su base, o bien están unidas entre sí por sus bases, más o menos hasta una altura de 1 mm. Sus ápices son redondeados. Las pínulas disminuyen de tamaño paulatinamente hacia el ápice de la pina secundaria, donde son muy pequeñas, hasta terminar en una pínula obtusa. El nervio medio está bien marcado, adelgazado hacia el ápice; los nervios laterales se unen con los otros nervios y forman pequeños arcos de donde nacen nervios que parecen paralelos hasta terminar en el borde de la pínula.

Las pinas fértiles son escasas, generalmente iguales a las estériles, pero con soros dispuestos más o menos en la parte central entre el nervio medio y el borde lateral de la pínula. Son circulares, en número de 5 a 6 en cada lado y miden 0.5 mm de diámetro. Algunas veces los soros están en contacto unos con otros. La nervadura queda cubierta por los soros, pero en algunas pínulas se puede observar parte de la nervadura entre los soros (Lámina 2, figura 7).

DIMENSIONES.—Los fragmentos de mayor tamaño de pinas primarias miden 60 mm de largo por 55 mm de ancho. Hay varios fragmentos de pinas secundarias que miden 130 mm de largo por 23 mm de ancho, y otras tienen 25 mm y 30 mm de anchura.

Las pínulas son de tamaño variable; las más grandes miden de 15-17 mm de largo por 4-5 mm de ancho en su región basal, disminuyendo hacia el ápice, donde son muy angostas. El raquis primario, cerca del ápice, mide 2 mm de ancho, y el raquis secundario mide 1 mm de ancho.

OBSERVACIONES.—La presente colección contiene varios fragmentos de pinas primarias y secundarias. Las pinas primarias corresponden a la región distal de la fronda, donde los raquis primarios son delgados y las pinas secundarias pequeñas. Los fragmentos de pinas secundarias corresponden a ambos extremos, según lo indica la posición de las pínulas respecto al raquis secundario, ya que las pínulas del extremo inferior se disponen más o menos en ángulos rectos y las del extremo superior en ángulos aproximadamente de 45°.

Este material se ha identificado como *Piaopteris branneri* (White) por su gran semejanza con los ejemplares del Jurásico de Israel (Lorch, 1967, p. 137).

En el número y disposición de los soros se observa cierta variación, pero este fenómeno es común en algunos géneros de la familia Matoniaceae, ya que el número de soros varía en una misma pina fértil, como en *Matonidium americanum* Berry, del Cretácico Inferior de Colorado (Boureau, 1970, p. 325) que presenta uno, dos, cuatro o más soros en las pínulas de la misma pina fértil.

Anteriormente, Lorch (1963, p. 33) había considerado a la especie *Piaopteris branneri* en el género *Phlebopteris*. Este autor observó que en su colección había muy pocas formas fértiles. Entre cientos de impresiones de hojas de *P. branneri*, solamente cerca de una docena presentaba esporangios. En la presente colección, son igualmente numerosas las pinas estériles y muy escasas las fértiles. También señala Lorch (1963) que éste es uno de los helechos más abundantes de la familia Matoniaceae, misma que estuvo

ampliamente extendida en el pasado durante el Jurásico y Cretácico, y que en cambio, en la actualidad, está confinada a una pequeña región que incluye partes de Malaya, Borneo y Nueva Guinea.

Ash (1972, p. 150) describe detalladamente ejemplares de *Piazopteris branneri*, del Jurásico Inferior de Egipto y señala que la presencia de este género en su material, es indicativo de una edad jurásica temprana, ya que este helecho en Israel se encontró en rocas cubiertas por sedimentos marinos con fósiles del Bajociano, que sobreyacen a las rocas que contienen una flora no más joven que jurásica temprana ni más antigua que triásica tardía (Ash, 1972, p. 148). Esta especie también existe en rocas del Jurásico Medio de varias localidades de los Estados de Puebla y Oaxaca (Silva, 1969, p. 14; Person, 1976, p. 26). La misma especie ha sido mencionada en el Cretácico de Brasil (White, 1913) y de Egipto (Webber, 1961). El ejemplar de Oaxaca, conocido como *Laccopteris* sp. (Wieland, 1914, p. 133), es considerado por Person (1976) como *P. branneri*. Sin embargo, este ejemplar presenta las mismas características que el género *Phlebopteris*, y es muy semejante a los ejemplares ilustrados por Boureau (1970, p. 327).

LOCALIDAD.—Las muestras provienen de las localidades 2, 3, 4, 5 (Ortega-Gutiérrez, 1978, figs. 1 y 2).

Frondas Pecopteroides

Género *Gonatosorus* Raciborski 1894

Gonatosorus nathorstii Raciborski

(Lámina 3, figuras 2, 3; Lámina 4, figuras 1, 5, 6)

Gleichenites bindrabunensis Schimper, Feistmantel, 1876, p. 69.

Dicksonia bindrabunensis Feistmantel, 1876, p. 35; 1877, p. 76. lám. 37, fig. 2, 2a.

Dicksonia (Sphenopteris) bindrabunensis Feistmantel, Wieland, 1914-1916, p. 95, lám. 26.

Gonatosorus (Dicksonia) bindrabunensis (Feistmantel) Raciborski, Boureau, 1975, p. 252.

Gonatosorus bindrabunensis (Feistmantel) Raciborski, Jongmans y Dijkstra, 1960, p. 1308.

Gonatosorus nathorstii Raciborski, Boureau, 1975, p. 252, fig. 200.

DESCRIPCION.—Fragmentos de frondas estériles y fértiles, provistas de un raquis delgado con estrías longitudinales muy finas que se estrecha gradualmente hacia el ápice. Las pinas secundarias se disponen a uno y otro lado del raquis en forma subopuesta y en ángulos de 60° a 70°. Son cortas, con raquis secundario muy fino y parecen estrecharse hacia el ápice. Las pínulas están dispuestas al raquis en ángulos de 35° a 40°, colocadas muy cercanas entre sí, tocándose por sus bordes laterales; son muy pequeñas, parecen ser ligeramente estrechas hacia el ápice, terminando en una punta obtusa; algunas son ligeramente curvas hacia arriba.

La nervadura es muy fina, consta de un nervio central, delgado pero bien marcado. Los nervios laterales parten del nervio medio, son inclinados y se bifurcan una o dos veces. Las formas fértiles están representadas por pequeñas pinas secundarias, provistas de

marcas de soros a cada lado del raquis, de manera que corresponde un soro para cada pínula, situado en la parte superior de la región basal. Estas pínulas están unidas por la base con las pínulas adyacentes. Los soros son circulares, miden de 0.5 mm a 1 mm de diámetro.

DIMENSIONES.—El fragmento de fronda más grande mide 65 mm de largo por 60 mm de ancho; las pinas secundarias miden 27 mm de largo por 10 mm de ancho cerca de la base. El raquis primario mide 2 mm de ancho hacia la base y 1 mm hacia el ápice. El raquis secundario únicamente alcanza 0.5 mm de espesor. Las pínulas miden 6.0-7.0 mm de largo por 1.5-2.5 mm de ancho cerca de la base. Las pinas fértiles solamente miden 22 mm de largo por 6 mm de ancho y sus pínulas miden 3 mm de largo por 1 mm de ancho.

OBSERVACIONES.—El material descrito consta de algunos fragmentos de frondas asignados a *Gonatosorus nathorstii*. Gracias a que se colectaron formas fértiles, fue posible la identificación específica. Las pinas fértiles de esta especie son muy peculiares, por lo que constituyen un carácter de gran importancia para su identificación, pues se caracterizan por presentar un soro en el borde basal superior de las pínulas. *Gonatosorus nathorstii* se ha registrado en el Jurásico Medio de Oaxaca como *Dicksonia bindrabunensis* (Wieland, 1914-1916) y en el Jurásico de la India en donde la describió Feistmantel (1877, p. 76) que la asignó a este género por la disposición de los esporangios.

Las pequeñas pinas fértiles pueden corresponder, por su tamaño, a pinas secundarias jóvenes. Presentan un soro colocado cerca del borde basal superior de cada pínula, de manera semejante a como se observa en *Gleichenites nipponensis* Oishi, del Jurásico Medio y el Cretácico Inferior de Japón (Kimura, 1958, p. 13). Esta especie presenta las pinas bifurcadas y las pínulas anchas, cortas y redondeadas en el ápice. En cambio, en los ejemplares descritos, las pínulas son delgadas y a veces unidas entre sí por sus bases. En la especie viviente, *Matonia pectinata* (Crété y Guignard, 1968, p. 254) se observa un soro en cada pínula, de un modo semejante a los ejemplares estudiados.

La forma estéril es semejante a *Kylikopteris arguta*, nombre propuesto para *Coniopteris arguta* por Harris (1961, p. 166), quien describe detalladamente a esta especie del Jurásico de Inglaterra.

LOCALIDAD.—Las muestras fueron colectadas en los alrededores de Texcalapa, Puebla, en la localidad 1 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Orden CAYTONIALES
Familia CAYTONIACEAE
Género *Sagenopteris* Presl 1838

Sagenopteris sp.
(Lámina 5, figura 1)

DESCRIPCION.—Fronda pequeña, compuesta de un pecíolo delgado provisto de finas estrías longitudinales, al cual están unidas en el extremo superior cuatro pequeñas hojitas o lóbulos dispuestos en forma palmeada. Cada lóbulo es de forma ovalada o lanceolada. La nervadura no se observa con claridad.

DIMENSIONES.—La fronda es muy pequeña, mide 20 mm de largo con todo y pecíolo; los lóbulos o pequeñas hojitas miden de 6-7 mm de largo por 3 mm de ancho; el pecíolo mide 1.5 mm de ancho aproximadamente.

OBSERVACIONES.—Aunque la fronda descrita tiene semejanza con *Sagenopteris nilssoniana*, especie que se encuentra ampliamente distribuida en el Jurásico de varias regiones del mundo, no se puede clasificar a nivel específico, porque se cuenta únicamente con un ejemplar incompleto.

Schenk (1867, p. 57) describió la especie *Sagenopteris rhoifolia* Presl, que varios autores han considerado como sinónimo de *S. nilssoniana*, descrita por primera vez como *Filicites nilssoniana* por Brongniart en 1825. Tanto Fontaine (1900, p. 352), que describe esta especie del Jurásico de California, como Harris (1932, p. 5) que la describe del Rético-Liásico de Groenlandia, y otros autores, reconocen a *S. nilssoniana* como el nombre válido.

En México, Wieland (1914-1916, p. 139) describió la variedad *S. rhoifolia* Presl var. *mexicana*; de rocas jurásicas de Oaxaca que ahora es considerada como *Mexiglossa varia* por Delevoryas y Person (1975).

Mientras que Seward (1917, p. 483) acepta que el género *Sagenopteris* tuvo una amplia distribución durante el Rético, el Jurásico y el Cretácico Temprano, Archangelsky (1970) lo considera como un género cosmopolita que existió del Triásico Tardío al Cretácico Tardío.

LOCALIDAD.—La muestra fue colectada en la localidad 1, en los alrededores de Texcalapa, Puebla (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

División Cycadophyta

Orden NILSSONIALES

Género *Nilssonia* Brongniart 1825

Nilssonia macrophylla Jacob y Shukla

(Lámina 5, figuras 2, 3)

Nilssonia macrophylla Jacob y Shukla, 1955, p. 27, lám. 9, fig. 72-73.

DESCRIPCION.—Fronda incompleta, grande y pinada. Las pinas opuestas o subopuestas son largas, ligeramente ensanchadas en la base, adelgazándose gradualmente hacia el ápice, que parece ser redondeado; son arqueadas hacia arriba y están insertadas en el borde del raquis por todo lo ancho de su base, muy cercanas entre sí y poco inclinadas con respecto al raquis, en ángulos de 50° a 60°. El raquis es grueso con finas estrías longitudinales. Las nervaduras son finas, claramente visibles; se originan en la unión de la pina con el raquis, son simples y paralelas, con una concentración de 12 a 15 nervios por pina.

DIMENSIONES.—El fragmento de fronda de mayor tamaño mide más de 100 mm de longitud por 80 mm de anchura. El raquis mide de 4-5 mm de ancho. Las pinas de la región central de la fronda miden más de 70 mm de largo y 8 ó 10 mm de ancho.

OBSERVACIONES.—Esta especie es escasa en esta colección. Únicamente consta de la impresión y la contraimpresión de una fronda incompleta.

Nilssonia macrophylla se encuentra en el Jurásico de la Serie Saighan del norte de Afganistán (Jacob y Shukla, 1955, p. 27). La única diferencia que presenta el ejemplar mexicano, se encuentra en la concentración de nervios, que en el presente ejemplar es de 12 a 15 nervios por pina, que es más o menos un centímetro, en tanto que los ejemplares de Afganistán, presentan de 20 a 23 nervios por centímetro pero se señala que en los segmentos inferiores la concentración de nervios es menor. Además, las pinas de *N. macrophylla* son de anchura irregular.

Jacob y Shukla (1955) señalan que la especie más cercana a *N. macrophylla* es *N. polymorpha* Schenk, pero se les puede diferenciar en el tamaño mayor de las pinas de la primera especie y en la concentración de las venas. El ejemplar estudiado tiene también una gran semejanza con *N. polymorpha* var. *major* que describen Jacob y Shukla (1955) en el Jurásico de Afganistán, pero su raquis es muy delgado; en cambio *N. macrophylla* tiene un raquis muy grueso, hasta de 5 mm.

El ejemplar mexicano también es semejante a *N. cf. browni* Du Toit, especie descrita de la parte superior del Sistema Karroo del sur de Africa (Du Toit, 1927, p. 406), y del Mesozoico de Queensland (Jones y de Jersey, 1947, p. 36), pero se distingue de *N. macrophylla* en que *N. cf. browni* es de menor tamaño.

LOCALIDAD.—La muestra fue colectada en la localidad 2, de Ayuquila, Oaxaca (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Orden BENNETTITALES
Familia WILLIAMSONIACEAE
Género *Williamsonia* Carruthers 1870
Williamsonia nathorstii Wieland
(Lámina 5, figuras 4, 5)

Williamsonia nathorstii Wieland, 1914-1916, p. 85, lám. 30, fig. 1-3; Maldonado-Koerdell, 1950, p. 55; Jongmans y Dijkstra, 1966, p. 3597.

DESCRIPCION.—Pequeña fructificación representada por la impresión de un cono ovoide, redondeado en el extremo distal y estrecho en el proximal, donde está provisto de un pedúnculo pequeño de 2-3 mm de ancho por 4 mm de largo, con estrías longitudinales. El cono está cubierto por un mosaico formado por estructuras contiguas como rosetas, pentagonales o hexagonales (Lámina 5, figuras 4, 5), que a veces parecen ser redondeadas. Cada roseta está formada por la unión de cuatro a cinco marcas de escamas. Las rosetas son más pequeñas a medida que se acercan a la base del cono. El centro de cada roseta está ocupado por una pequeña saliente que alcanza 0.5 mm de diámetro.

DIMENSIONES.—El cono es pequeño, mide solamente 20 mm de diámetro por 20 mm de altura, incluyendo el pedúnculo. Las rosetas más grandes, en la parte superior del cono, miden 1.5 mm de diámetro, y las cercanas al pedúnculo 1 mm o menos.

OBSERVACIONES.—El cono estudiado se asigna a *Williamsonia nathorstii*, del Jurásico de Oaxaca (Wieland, 1914-1916). El material de Wieland y el aquí descrito difieren

solamente en el tamaño, ya que éste mide 20 mm de diámetro por 20 mm de longitud y el ejemplar de *Wieland* alcanza 60 mm de diámetro por 40 mm de longitud. También tiene semejanza con *W. netzahualcoyotlii* *Wieland*, pero ambas especies se pueden diferenciar en que en *W. nathorstii* las rosetas formadas por las escamas son más irregulares y varían de tamaño más rápidamente hacia el extremo basal, en tanto que las rosetas de *W. netzahualcoyotlii* son más regulares.

LOCALIDAD.—La muestra fue colectada en la localidad 2, de Ayuquila, Oaxaca (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Williamsonia netzahualcoyotlii *Wieland*
(Lámina 5, figuras 6, 7; Lámina 6, figuras 1-3)

Williamsonia netzahualcoyotlii *Wieland*, 1914-1916, p. 89, lám. 21, lám. 22, lám. 30, fig. 6, 7, lám. 31, fig. 1, 2, 4, 5, lám. 32, fig. 1, 2, lám. 33, fig. 3, 5, 6; Maldonado-Koerdell, 1950, p. 55; Jongmans y Dijkstra, 1966, p. 3598; Delevoryas, 1966, fig. 8; 1971, fig. 5, 6; Delevoryas y Gould, 1973, p. 29, lám. 1, lám. 2, fig. 1-6; Person, 1976, p. 76, lám. 22, fig. 62, 63.

Williamsonia ipalnemoani *Wieland*, 1914-1916, p. 92, lám. 31, fig. 3, 6, 7; lám. 46, fig. 1.

DESCRIPCION.—Fructificación representada por la impresión incompleta de un cono redondeado, con la superficie cubierta por las marcas de las escamas interseminales, de forma triangular o cuadrangular que, agrupadas en número de 5 a 6, forman estructuras que semejan escudos o rosetas de forma pentagonal o hexagonal. Cada una de estas estructuras presenta un orificio central que corresponde a la salida del micrópilo de la semilla. Las rosetas son de mayor tamaño en uno de los extremos, donde alcanzan de 2-3 mm de diámetro, disminuyendo de tamaño gradualmente hasta 1 mm de diámetro hacia el otro extremo, posiblemente donde se encontraba el pedúnculo del cono, el cual no se conservó.

DIMENSIONES.—El cono es incompleto y mide 45 mm de diámetro.

OBSERVACIONES.—La fructificación descrita corresponde a un cono de *Williamsonia* con las mismas características que *W. netzahualcoyotlii*, descrita por *Wieland* (1914-1916) del Liásico de Oaxaca.

W. netzahualcoyotlii tiene una gran semejanza con *W. Bucklandi* *Saporta* (1891, p. 127) del Oolítico inferior de Francia. En ambas especies las escamas son triangulares o cuadrangulares, carácter en el que difieren de *W. nathorstii*, que tiene las escamas redondeadas, siendo éste el aspecto en que *Wieland* (1914-1916, p. 86) se basó para hacer la distinción específica de *W. nathorstii*. *Delevoryas* y *Gould* (1973, p. 33) indican que la estructura de las escamas interseminales es la principal diferencia entre *W. nathorstii* y *W. netzahualcoyotlii*.

LOCALIDAD.—Las muestras fueron colectadas en las localidades 2, 3 y 4 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Genero *Zamites* Brongniart 1828*Zamites tribulosus* (Wieland) Person
(Lámina 6, figuras 4, 7; Lámina 7, figuras 2, 3)

Otozamites tribulosus Wieland, 1914-1916, p. 45, lám. 14, fig. 3.

Zamites tribulosus (Wieland) Person, 1976, p. 52, lám. 8, fig. 25, 26, 29 (contiene sinonimia).

DESCRIPCION.—Frondas grandes, incompletas, aparentemente de forma lanceolada, pinadas, con raquis delgado, provisto de finas estrías longitudinales. Las pinas están dispuestas en el raquis en forma alternante y oblicua, formando ángulos más abiertos, más o menos a la mitad de la fronda, donde son de 60° a 70° , en tanto que los que parecen acercarse hacia el ápice son de 35° a 40° . Las pinas son de forma lanceolada, ensanchadas en el centro y estrechadas hacia ambos extremos, terminando en punta obtusa. La base es cordada, con un punto calloso, por medio del cual se une al raquis.

La nervadura está formada por nervios muy finos que salen del punto calloso hacia el resto de la pina. Algunos nervios se bifurcan haciéndose después paralelos. En las pinas apicales, hay una concentración aproximada de 18 a 20 nervios por pina; en las que pertenecen a la región central, los nervios son más numerosos puesto que las pinas son de tamaño mayor.

DIMENSIONES.—El fragmento de fronda más grande mide 100 mm de longitud por 40 mm y 50 mm de ancho. Las pinas apicales alcanzan de 24-26 mm de largo por 5 ó 6 mm de ancho en la parte media de la pina. Las pinas centrales son de 33 mm de largo por 7-8 mm de ancho. El raquis tiene un grosor de 2 mm.

OBSERVACIONES.—La especie descrita está representada en esta colección por varios fragmentos de fronda, la mayoría correspondiente a la región media y superior de la fronda y por algunas pinas sueltas. Esta especie fue descrita por Wieland (1914-1916) y por Person (1976, lám. 8, fig. 25, 26, 29) del Jurásico Medio de Oaxaca. Ambos materiales son semejantes, tanto en la forma como en el tamaño de la fronda y las pinas, así como en el número y disposición de los nervios.

Esta especie tiene semejanza con algunos ejemplares de *Zamites feneonis* del Coraliano de Francia (Saporta, 1875). Ambas especies difieren en el tamaño más pequeño y nervios menos numerosos en *Z. tribulosus*; la forma de las pinas también varía ligeramente.

LOCALIDAD.—Las muestras se colectaron en las localidades 1, 2, 3 y 4 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Género *Ptilophyllum* Morris 1840*Ptilophyllum acutifolium* Morris
(Lámina 7, figuras 1, 4-6)

Ptilophyllum acutifolium Morris, Jongmans y Dijkstra, 1968, p. 4028; Bose y Kasat, 1972, p. 117, lám. 1, fig. 1-6, lám. 14, fig. 115-116; Person, 1976, p. 62, lám. 14, fig. 46.

DESCRIPCION.—Varias frondas incompletas, de grandes dimensiones, pinadas, con un raquis delgado y estriado longitudinalmente.

Las pinas son alternas y se unen a la cara superior del raquis por todo lo ancho de su base, cubriéndolo en parte. Son largas, delgadas y estrechadas paulatinamente hacia el ápice. Los nervios son finos y más o menos paralelos.

DIMENSIONES.—El fragmento de fronda de mayor tamaño mide más de 200 mm de largo por 80 mm de ancho. Las pinas miden de 50-60 mm de largo por 4 ó 5 mm de ancho. El raquis es de 3 mm de espesor.

OBSERVACIONES.—La especie estudiada está representada por varios fragmentos de frondas. Bose y Kasat (1972, p. 117) en su reciente estudio sobre el género *Ptilophyllum*, proporcionan una descripción muy amplia y corregida de *P. acutifolium* de la India, así como la sinonimia completa. Señalan para esta especie un alcance estratigráfico del Jurásico Superior al Cretácico Inferior. Person (1976) la describe del Jurásico Medio de Oaxaca.

LOCALIDAD.—Muestras colectadas en las localidades 1, 2, 3 y 4 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Ptilophyllum cutchense Morris
(Lámina 6, figuras 5, 6)

Ptilophyllum cutchense Morris, Jongmans y Dijkstra, 1968, p. 4028; Bose y Kasat, 1972, p. 118, lám. 1, fig. 7-10, lám. 2, fig. 14-17 (contiene sinonimia).

DESCRIPCION.—Fragmentos de frondas pinadas, con pinas lineares de márgenes paralelos, terminadas en un ápice obtuso. Están unidas oblicuamente a la cara superior del raquis por su base, que no es decurrente, en la que se observa el ángulo basal superior redondeado. La nervadura es fina y los nervios numerosos.

DIMENSIONES.—El fragmento de fronda más grande mide 72 mm de largo por 30 mm de ancho, y las pinas de 20 mm de largo por 3 ó 4 mm de ancho. El raquis tiene 1 mm de espesor.

OBSERVACIONES.—*Ptilophyllum cutchense* es una especie muy escasa de esta colección, ya que solamente se cuenta con tres fragmentos de fronda. Tanto *P. cutchense*, como *P. acutifolium*, han sido descritas detalladamente de ejemplares de la India por Bose y Kasat (1972, p. 118), que proporcionan una descripción corregida, así como una amplia sinonimia.

En México ha sido descrita del Jurásico Medio, tanto de Tecomatlán, Puebla (Silva, 1969) como de Tezoatlán, Oaxaca (Silva, 1970), por lo que en esta publicación se omite la sinonimia y una descripción detallada. El ejemplar de Tecomatlán, Puebla, fue considerado por Person (1976) como posible *Zamites lucerensis* (Wieland), aunque señaló que el ejemplar de Puebla está pobremente preservado para asegurarlo.

LOCALIDAD.—Muestras colectadas en la localidad 1, en los alrededores de Texcalapa, Puebla (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

REFERENCIAS CITADAS

- AGUILERA, J. G., 1907, *Aperçu sur la géologie du Mexique pour servir à l'explication de la carte géologique de l'Amérique du Nord: México*, Congr. Géol. Internat. 10, Compt. Rend., p. 227-248.
- AGUILERA, J. G., ORDOÑEZ, EZEQUIEL, y BUELNA, R. J., 1896, *Bosquejo geológico de México*: Inst. Geol. México, Bol. 4-6, 267 p.
- ARCHANGELSKY, SERGIO, 1970, *Fundamentos de paleobotánica*: La Plata, Argentina, Fac. Cienc. Nat. y Mus., Ser. Técnica Didáctica 10, 347 p., 22 lám.
- ASH, S. R., 1972, *Piazopteris branneri from the Lower Jurassic, Egypt*: Rev. Palaeobot. Palynol. (Amsterdam, Elsevier), v. 13, p. 147-154.
- BOSE, M. N. y KASAT, M. L., 1972, *The genus Ptilophyllum in India*: The Palaeobotanist, Lucknow, v. 19, n. 2, p. 115-144, 14 lám.
- BOUREAU, EDOUARD, 1970, *Filicophyta*: in *Traité de paléobotanique*. París, Masson, t. 4, 519 p.
- 1975, *Pteridophylla*: in *Traité de paléobotanique*. París, Masson, t. 4, fasc. 2, 768 p., 600 fig.
- BRONGNIART, ADOLPHE, 1825, *Observations sur les végétaux fossiles renfermés dans les grès de Hoer en Scania*: Ann. Sci. Nat., París, v. 4, p. 200-219.
- CARPENTIER, ALFRED, y LAMARE, PIERRE, 1932, *Végétaux fossiles du Yemen*: Bull. Soc. Géol. France, ser. 5, v. 2, p. 83-92, lám. 7-8.
- CRETE, PAUL y GUIGNARD, J. L., 1968, *Précis de botanique*: París, Masson, t. I, 358 p.
- DAUGHERTY, L. H., y STAGNER, H. R., 1941, *The Upper Triassic flora of Arizona with a discussion of its geologic occurrence*: Carnegie Inst. Washington, Publ. 526, 108 p., 40 lám.
- DELEVORYAS, THEODORE, 1966, *Hunting fossil plants in Mexico*: Discovery (Connecticut), v. 2, n. 1, p. 7-13.
- 1969 (1971), *Biotic provinces and the 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, 6 lám.
- DELEVORYAS, THEODORE, y PERSON, C. P., 1975, *Mexiglossa varia gen. et sp. nov.; a new genus of glossopteroid leaves from the Middle Jurassic of Oaxaca, Mexico*: Palaeontographica, Bd. 154, Abt. B, p. 114-120, 2 lám.
- DU TOIT, A. L., 1927, *The fossil flora of the Upper Karroo Beds*: South African Mus. Annals, v. 22, p. 289-420.
- FEISTMANTEL, OTTOKAR, 1876, *Jurassic (Oolitic) flora of Kach*: Mem. Geol. Survey India, Paleont. Indica, ser. XI, v. 2, pte. 1, 80 p., 12 lám.
- 1877, *Jurassic (Liassic) flora of the Rajmahal Group, in the Rajmahal Hills*: Mem. Geol. Survey India, Paleont. Indica, ser. II, v. I, pte. 2, p. 53-162, lám. 36-48.
- FONTAINE, W. M., 1900, *Notes on Mesozoic plants from Oroville, California*: U.S. Geol. Survey, 20 Ann. Rept., p. 342-368, lám. 49-67.
- GOTHAN, WALTER, y JONGMANS, W. J., 1952, *Contribuição para o conhecimento de Alethopteris branneri White*: Rio de Janeiro, Div. Geol. Miner., Publ. 55, 9 p., 3 lám.
- 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.
- 1932, *The fossil flora of Scoresby Sound, East Greenland; Part 3, Caytoniales and Bennettitales*: Meddel. om Grønland, Bd. 85, n. 5, 133 p., 19 lám.
- 1961, *The Yorkshire Jurassic flora; Tallophytes y Pteridophytes*: London, British Mus. (Nat. History), 212 p.
- 1964, *The Yorkshire Jurassic flora; Caytoniales, Cycadales y Pteridosperms*: London, British Mus. (Nat. History), 191 p., 7 lám.

- JACOB, K., Y SHUKLA, B. N., 1955, *Jurassic plants from the Saigham series of northern Afghanistan and their palaeo-climatological and palaeo-geographical significance*: Mem. Geol. Surv. India, Paleont. Indica, v. 33, n. 2, 64 p., 13 lám.
- JONES, O. A., Y JERSEY, N. J. de, 1947, *The flora of the Ipswich coal measures; morphology and floral succession*: Brisbane, Univ. Queensland, Dep. Geol., n. s., v. 3, n. 3-4, p. 1-88, lám. 1-10.
- JONGMANS, W. M., 1957, *Filicales, Pteridospermae, Cycadales*: in Fossilium Catalogus, II: Plantae, W. Jongmans, ed. La Haya, Vitgeverij Dr. W. Junk, pte. 30, p. 89-178.
- JONGMANS, W. M., Y DIJKSTRA, S. J., 1960, *Filicales, Pteridospermae, Cycadales*: in Fossilium Catalogus, II: Plantae, W. Jongmans ed. La Haya, Vitgeverij Dr. W. Junk, pte. 42, p. 1259-1356.
- 1963, 1964, *Filicales, Pteridospermae, Cycadales*: in Fossilium Catalogus, II: Plantae, S. J. Dijkstra, ed. La Haya, Vitgeverij Dr. W. Junk, 1963, pte. 54, p. 2467-2562; 1964, pte. 58, p. 2869-2970.
- 1966, 1968, *Filicales, Pteridospermae, Cycadales*: in Fossilium Catalogus, II: Plantae, S. J. Dijkstra ed. La Haya Vitgeverij Dr. W. Junk, 1966, pte. 64, p. 3517-3620; 1968, pte. 68, p. 3903-3988; pte. 69, p. 3989-4075.
- KILPPER, KARL, 1964, *Ueber eine Rät-Lias-Flora aus dem nördlichen Abfall des Alburs-Gebirges in Nordiran; Bryophyta und Pteridophyta*: Palaeontographica, Abt. B, Bd. 114, 78 p., 15 lám.
- KIMURA, TATSUAKI, 1958, *On the Tetori flora; Mesozoic plants from the Kuzuryu sub-group, Tetori Group, Japan*: Tokyo Univ. Senior High School Bull., n. 1-2, 47 p., 6 lám.
- KON'NO, ENZO, 1962, *Some species of Neocalamites and Equisetites in Japan and Korea*: Sendai, Tohoku Imp. Univ., Sci. Rept., ser. 2 (Geol.), spec. v., n. 5, p. 21-47, lám. 9-18.
- LORCH, JOHN, 1963, *Two fossil floras of the Negev Desert; Makhtesh Ramon and Israeli site, yields relics of Jurassic plants*: Natural History Mag., v. 72, p. 28-38.
- 1967, *A Jurassic flora o Makhtesh Ramon, Israel*: Israel Jour. Botany, v. 16, p. 131-155, lám. 163-180.
- MALDONADO-KOERDELL, MANUEL, 1948, *Notas sobre las plantas fósiles del Rético de Ayuquila (Huajuapán de León), Oaxaca*: Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 13, p. 61-68, fig. 19-21.
- 1950, *Los estudios paleobotánicos en México, con un catálogo sistemático de sus plantas*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 55, 72 p.
- MÜLLERRIED, F. K. G., 1933, *Estudios paleontológicos y estratigráficos en la región de Tehuacán, Puebla*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Biología, Anales, v. 4, p. 33-46.
- OISHI, SABURO, 1933, *A study on the cuticles of some Mesozoic gymnospermous plants from China and Manchuria*: Sendai, Tohoku Imp. Univ., Sci. Rept. ser. 2 (Geol.), v. 9, p. 239-252, 4 lám.
- ORTEGA-GUTIERREZ, FERNANDO, 1978, *Notas sobre la geología del área entre Santa Cruz y Ayuquila, Estados de Puebla y Oaxaca*: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana, pte. 2, p.
- PERSON, C. P., 1976, *The Middle Jurassic flora of Oaxaca, Mexico*: Austin, Texas Univ., tesis doctoral, 145 p., 27 lám. (inédita).
- RAMIREZ, SANTIAGO, 1882, *Informe a la Secretaría de Fomento como resultado de su exploración a los Distritos de Matamoros, Izúcar, Chiautla y Acatlán en el Estado de Puebla y del estudio de sus criaderos de carbón mineral*: Anales Minist. Fomento (México), v. 7, p. 7-97.
- SAPORTA, GASTON, 1875, *Paléontologie française ou description des fossiles de la France; plantes jurassiques*: París, Masson, t. 2, 352 p., lám. 71-127.
- 1891, *Paléontologie française ou description des fossiles de la France; plantes jurassiques*: París, Masson, t. 4, 547 p., 74 lám.
- SCHENK, AUGUST, 1867, *Die fossile Flora der Grenzschiechten des Keupers und Lias Frankens*: Wiesbaden, Kreidel's Verlag, 232 p., 45 lám.
- SEWARD, A. C., 1917, *Fossil plants*: Cambridge, University Press, v. 3, 656 p.

- SILVA-PINEDA, ALICIA, 1969, *Plantas fósiles del Jurásico Medio de Tecomatlán, 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. 129-143, 11 fig.
- WARD, L. F., 1889, *The geographical distribution of fossil plants*: U. S. Geol. Survey, Ann. Rept. 8, p. 663-960.
- WEBBER, P. J., 1961, *Phlebopteris branneri from the Western Desert of Egypt*: Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 13, n. 6, p. 7-9.
- WHITE, DAVID, 1913, *A new fossil plant from the State of Bahía, Brazil*: Am. Jour. Sci., v. 35, p. 633-636.
- WIELAND, G. R., 1914-1916, *La flora liásica de la Mixteca Alta*: Inst. Geol. México, Bol. 31, 165 p., 50 lám.
- YABE, HISAKATSU, Y OISHI, SABURO, 1933, *Mesozoic plants from Manchuria*: Tokyo Univ. Sci. Rept., v. 12, p. 195-238, lám. 30-35.
- ZEILLER, RENE, 1903, *Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin*: in: Etudes de gîtes minéraux de la France. París, Minist. Travaux Publics, 328 p., 56 lám.

LAMINAS 1 - 7

LAMINA 1

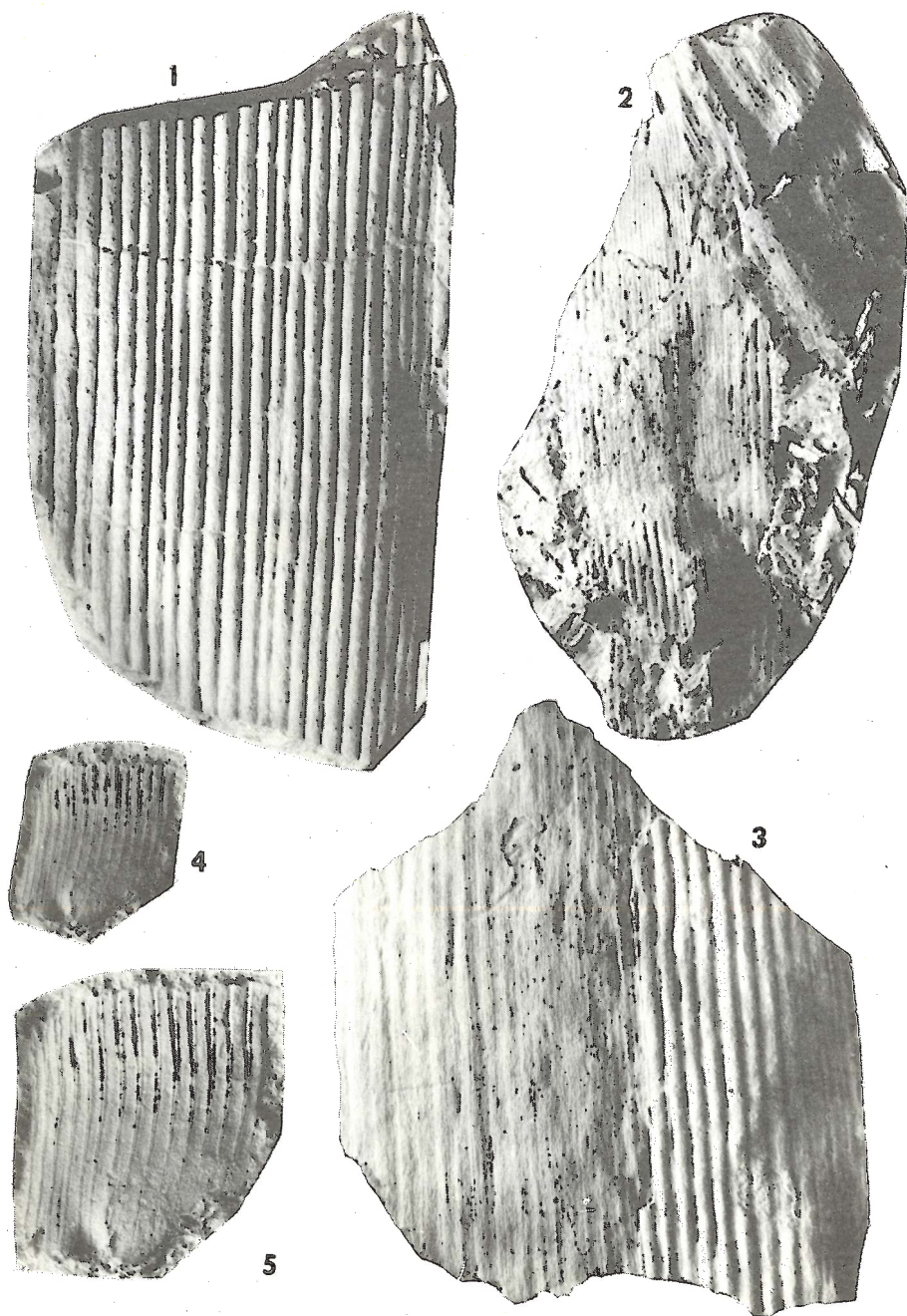
EQUISETALES

Figuras 1-3.—Fragmentos de tallos de Equisetales, con surcos y costillas.

- 1) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-345-1, (X 1). Localidad 1 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 2) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-345-2, (X 0.8). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 3) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-345-3, (X 1). De la misma localidad que el ejemplar anterior.

Figuras 4-5.—*Equisetum rajmahalense* Oldham y Morris, mostrando las vainas foliares.

- 4) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-346-1, (X 1). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 5) El mismo ejemplar anterior, amplificado al doble.



EQUISETALES

LAMINA 2

EQUISETALES Y FILICALES

Figura 1.—Fragmento de tallo de Equisetal.

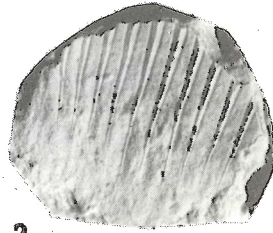
- 1) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-345-4, (X 1.8). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Figuras 2-4.—*Equisetum rajmahalense* Oldham y Morris, mostrando las vainas foliares.

- 2) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-346-2, (X 2). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 3) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-346-3, (X 2). De la misma localidad que el ejemplar anterior.
- 4) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-346-4, (X 2). Localidad 3 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Figuras 5-7.—*Piazopteris branneri* (White) Lorch. Fragmentos de pinas.

- 5) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-347-1, (X 1). Localidad 3 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 6) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-347-2, (X 2). Localidad 5 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 1).
- 7) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-347-3, (X 2). Fragmentos de pinas y una pínula con nervios y Soros muy claros. Localidad 3 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).



2

3

1



4



5



6



7

EQUISETALES Y FILICALES

LAMINA 3

FILICALES

Figuras 1 y 4.-*Piazopteris branneri* (White) Lorch.

- 1) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-347-4, (X 1). Fragmento de raquis primario y pinas secundarias. Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 4) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-347-5, (X 8). Detalles de la nervadura. Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Figuras 2 y 3.-*Gonatosorus nathorstii* Raciborski, mostrando pequeña pina fértil con un soro en cada pínula.

- 2) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-348-1, (X 2). Localidad 4 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 3) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-348-1, (X 1). El mismo ejemplar pero en tamaño natural.



FILICALES

LAMINA 4

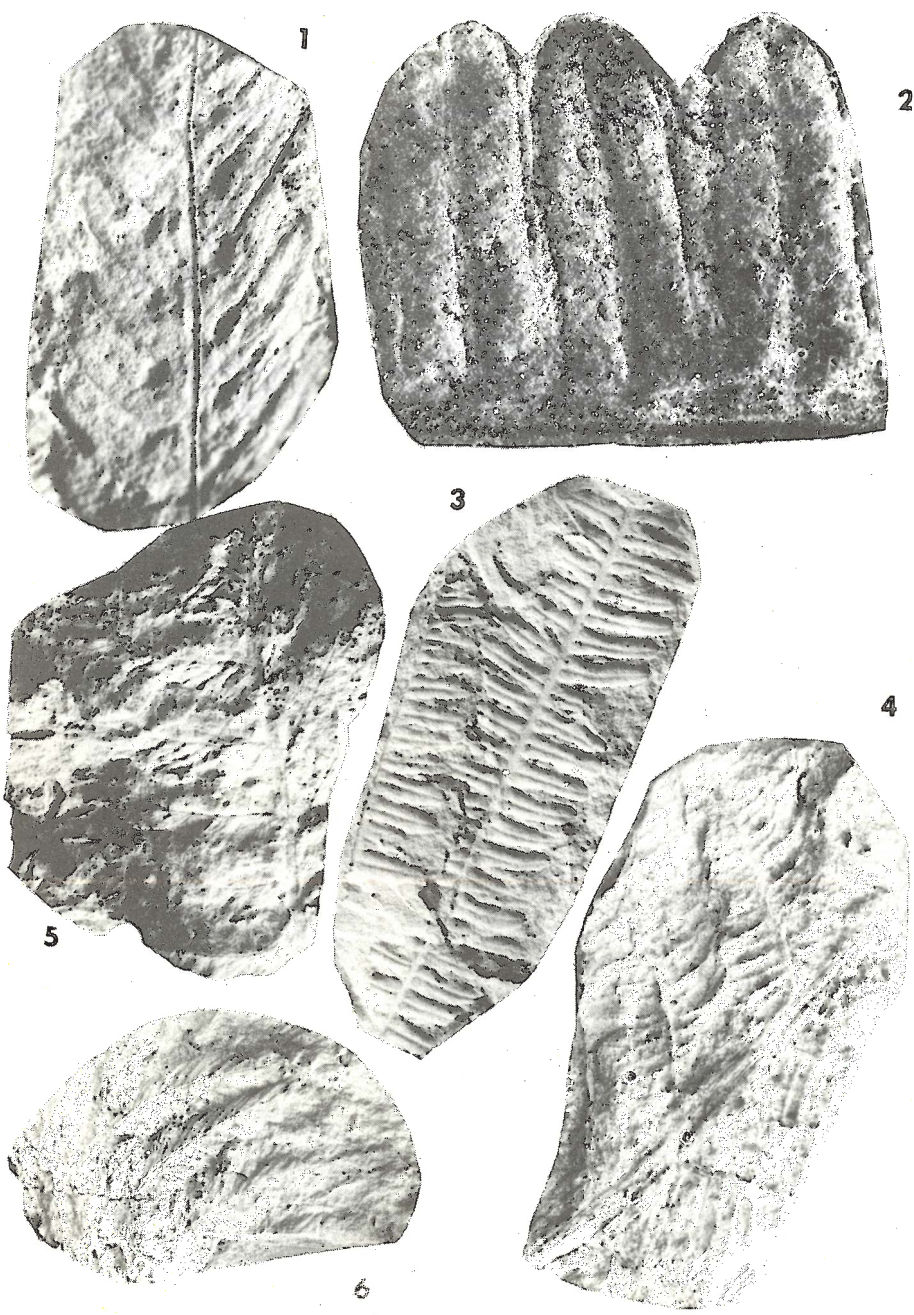
FILICALES

Figuras 1, 5, 6.—*Gonatosorus nathorstii* Raciborski.

- 1) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-348-1, (X 6). El mismo ejemplar de las figuras 2 y 3 de la Lámina 3, mostrando claramente los soros.
- 5) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-348-2, (X 1). Fragmento de Fronda. Localidad 1 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 6) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-348-3, (X 1). De la misma localidad que el ejemplar anterior.

Figuras 2-4.—*Piazopteris branneri* (White) Lorch.

- 2) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-347-6, (X 8.3). Pínulas amplificadas mostrando los soros. Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 3) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-347-7, (X 1). De la misma localidad que el ejemplar anterior.
- 4) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-347-8, (X 2). Fragmento de pina. De la misma localidad que el ejemplar anterior.



FILICALES

LAMINA 5

CAYTONIALES, BENNETTITALES, NILSSONIALES

Figura 1.—*Sagenopteris* sp., mostrando sus cuatro lóbulos.

- 1) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-355, (X 2). Localidad 1 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Figuras 2 y 3.—*Nilssonia macrophylla* Jacob y Shukla.

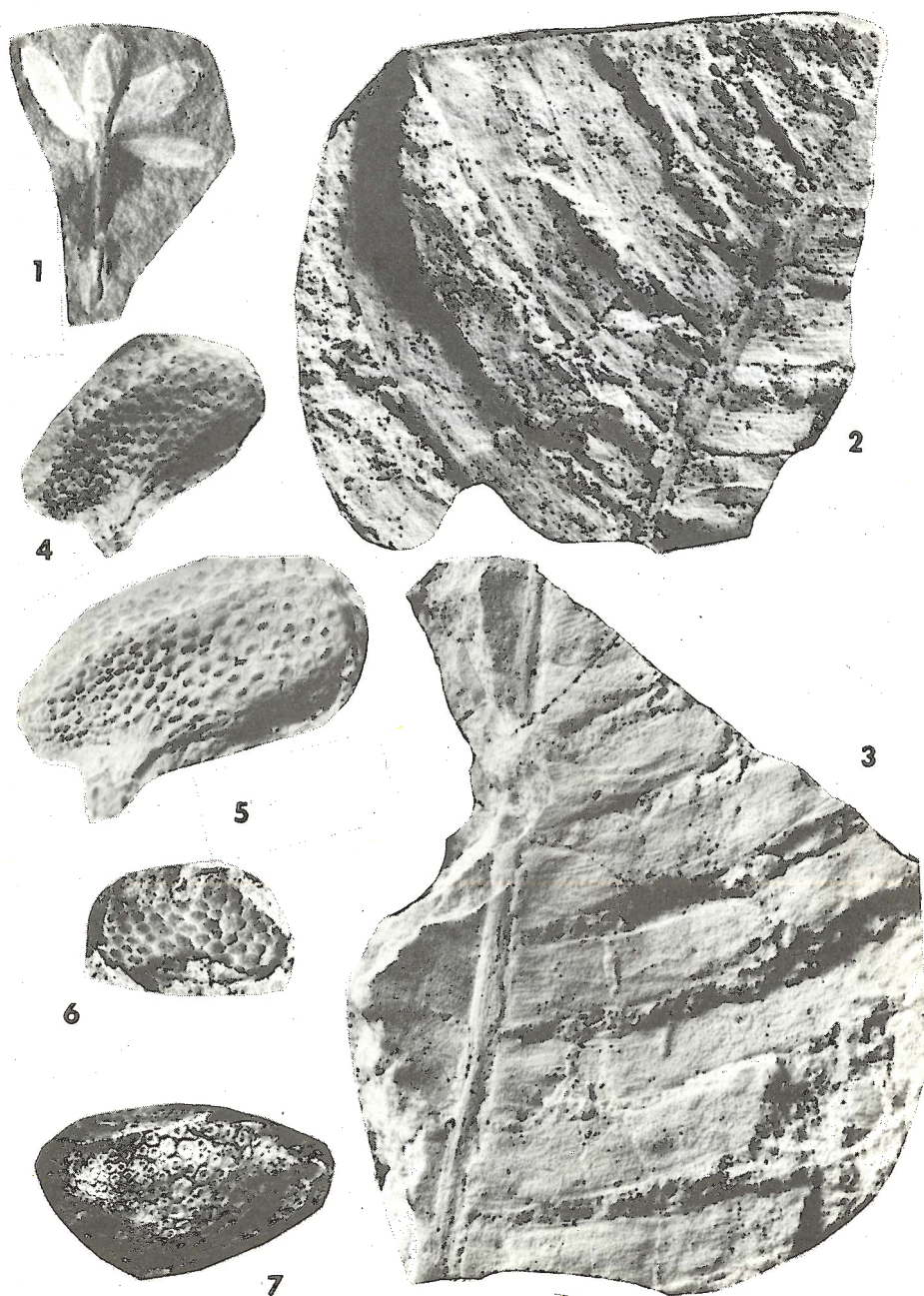
- 2) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-349-1, (X 1). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
3) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-349-2, (X 1). Contraimpresión del ejemplar anterior.

Figuras 4 y 5.—*Williamsonia nathorstii* Wieland, mostrando el cono.

- 4) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-350, (X 1.5). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
5) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-350, (X 2). El mismo ejemplar anterior.

Figuras 6 y 7.—*Williamsonia netzahualcoyotlii* Wieland. Fructificación.

- 6) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-351-1, (X 1). Localidad 4 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
7) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-351-2, (X 0.87). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).



CAYTONIALES, BENNETTITALES, NILSSONIALES

LAMINA 6

BENNETTITALES

Figuras 1-3.—*Williamsonia netzahualcoyotlii* Wieland.

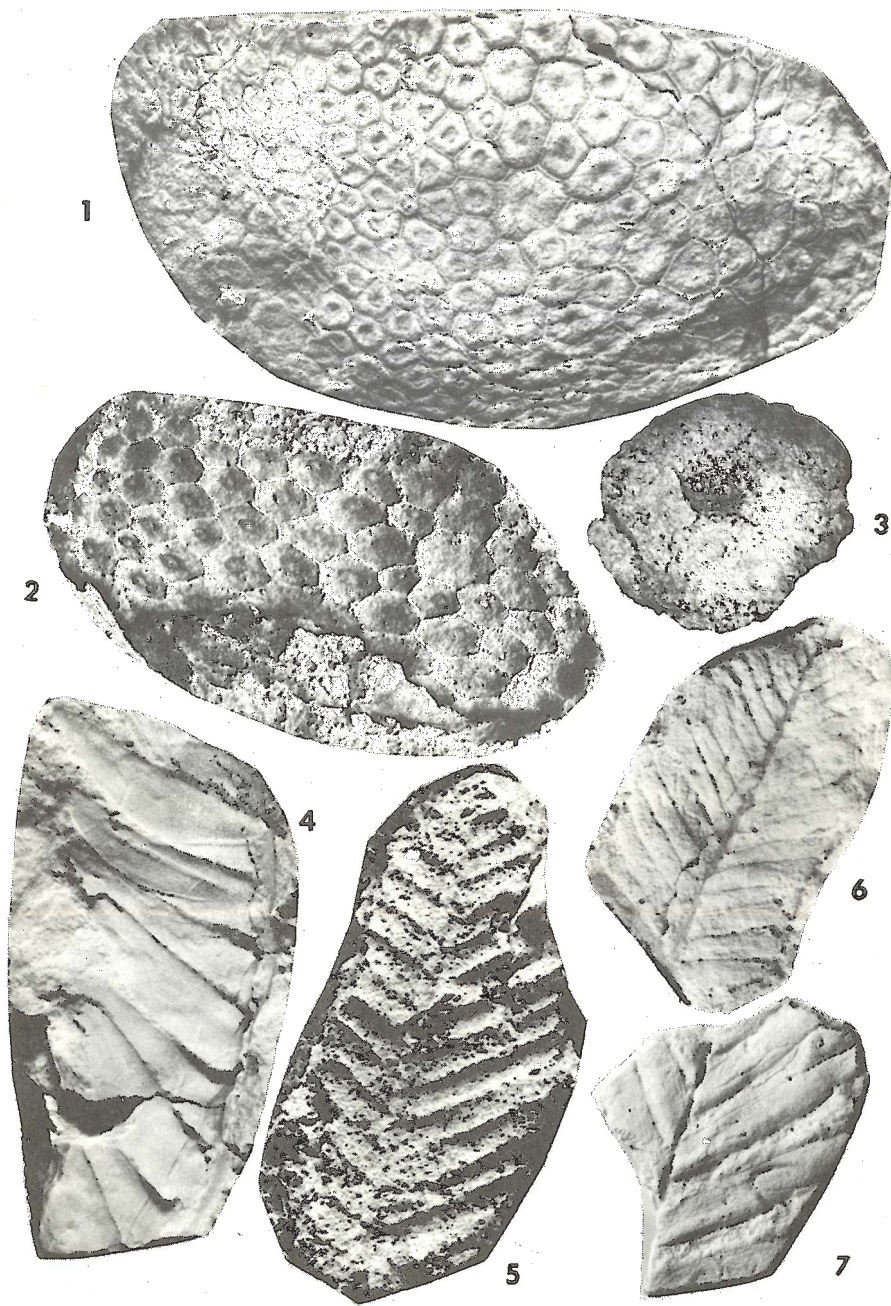
- 1) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-351-2, (X 2.5). El mismo ejemplar de la figura 7 de la Lámina 5.
- 2) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-351-1, (X 3.5). El mismo ejemplar de la figura 6 de la Lámina 5.
- 3) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-351-3, (X 1). Localidad 4 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Figuras 4 y 7.—*Zamites iribulosus* (Wieland) Person. Fragmentos de frondas.

- 4) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-352-1, (X 1). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 7) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-352-2, (X 1). De la misma localidad que el ejemplar anterior.

Figuras 5 y 6.—*Ptilophyllum cutchense* Morris. Fragmentos de frondas.

- 5) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-354-1, (X 1). Localidad 4 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 6) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-354-2, (X 1). De la misma localidad que el ejemplar anterior.



BENNETTITALES

LAMINA 7

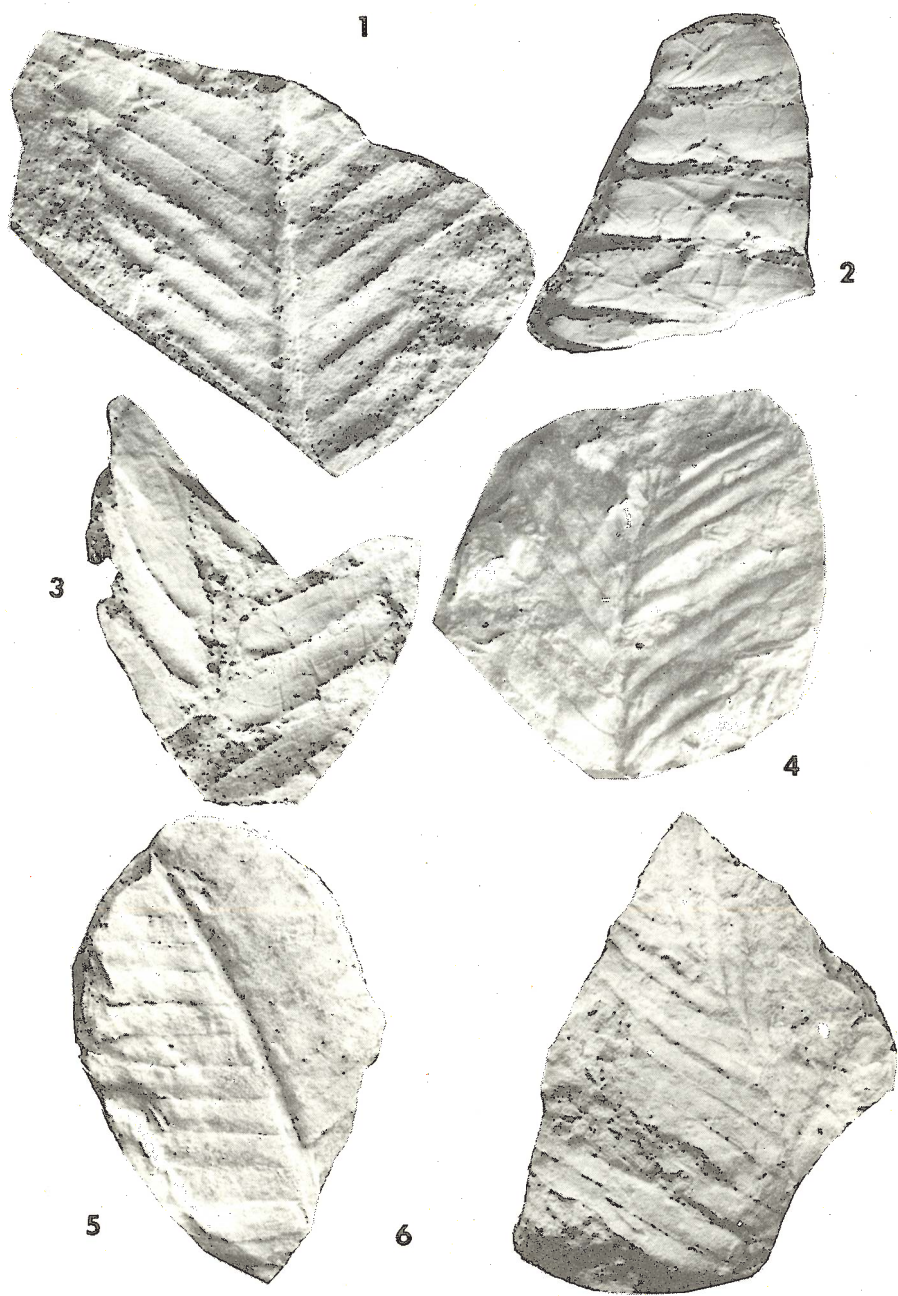
BENNETTITALES

Figuras 1, 4-6.—*Pilophyllum acutifolium* Morris. Fragmentos de frondas.

- 1) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-353-1, (X 1). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 4) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-353-2, (X 1). Localidad 1 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 5) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-353-3, (X 1). De la misma localidad que el ejemplar anterior.
- 6) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-353-4, (X 1). Localidad 4 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).

Figuras 2 y 3.—*Zamiites tribulosus* (Wieland) Person. Fragmentos de frondas.

- 2) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-352-3, (X 1). Localidad 4 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).
- 3) Ejemplar núm. MEXUG-PB-T-352-4, (X 1). Localidad 2 (Ortega-Gutiérrez, 1978, fig. 2).



BENNETTITALES

Se terminó de imprimir este libro el
día 6 de septiembre de 1979, en los
talleres de la Editorial Libros de
México, S. A., Av. Coyoacán 1035,
México 12, D. F.

Su tiro consta de 1,200 ejemplares.