



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"PALINOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO BALSAS. IMPLICACIONES
PALEOAMBIENTALES, CLIMÁTICAS Y CRONOESTRATIGRÁFICAS.
(MUNICIPIOS DE ZACAPALA Y COATZINGO, ESTADO DE PUEBLA)"

T E S I S

294144

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
BIÓLOGA

PRESENTA:

CLAUDIA CARRANZA SIERRA



DIRECTOR DE TESIS: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ HERNÁNDEZ





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "Palinoestratigrafía del Grupo Balsas. Implicaciones paleoambientales, climáticas y cronoestratigráficas. (Municipios de Zacapala y Coatzingo, Estado de Puebla)"

realizado por Carranza Sierra Claudia

con número de cuenta 9119009-3 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dr. Enrique Martínez Hernández

Propietario

Dr. Sergio R.S. Cevallos Ferriz

Propietario

Dr. Fernando Ortega Gutiérrez

Suplente

M. en C. Francisco González Medrano

Suplente

M. en C. Elia Ramírez Arriaga

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

Dra. Luisa A. Alba Lois



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

Dedicatoria

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

A mis seres queridos.

En especial a mi sobrina Natalia Castillo Carranza.

Agradecimientos

Dr. Enrique Martínez Hernández; es incalculable todo el apoyo y toda la enseñanza que me ha compartido. Le agradezco mucho por guiar mi desarrollo académico pero sobretodo, gracias por ser para mí un verdadero maestro.

M. en C. Elia Ramírez Arriaga, gracias de todo corazón por todo el apoyo que siempre me has proporcionado y por revisar mi tesis.

Dr. Sergio Cevallos Ferriz, Dr. Fernando Ortega Gutiérrez y al M. en C. Francisco González Medrano les agradezco de una manera muy sincera, que me hallan regalado parte tiempo para revisar el manuscrito de esta tesis, gracias por manifestarme sus sugerencias e interés para el enriquecimiento y una mejor presentación de este trabajo.

Agradezco los comentarios y la amistad brindada por mis compañeros del Laboratorio de **Palinología del Instituto de Geología.**

Agradezco el espacio físico brindado por el **Instituto de Geología UNAM** en especial en el área de **Palinología.**

Esta tesis es parte de un proyecto de investigación auspiciado por la **Dirección General de Asuntos del Personal Académico,** que me brindó una beca para realizar la preparación de esta tesis.

Aprovecho éste espacio para expresar mi gratitud a las personas que han estado presentes en mi vivir, en mi sentir, en mis momentos felices y en momentos no tan buenos que son parte de la vida misma.

A mis papás:

Gracias por la vida y por dejarme ser, por apoyarme siempre y creer en mí. Con todo mi amor y mi corazón.

Hermanos:

Bendito momento que nos permitió estar juntos, gracias por todos los años felices que me han regalado toda su vida. Los quiero mucho.

Abuelo:

Joel Enrique Carranza. Gracias por tu apoyo.

Amigos:

Doy gracias a la vida por permitirme encontrar gente como ustedes que mi corazón guarda como un tesoro muy valioso. Gracias a mis amiguísimas Gaby Sánchez C. y Pilar Mendoza M. por ser mis confidentes.

Gracias a mi mil amigo Juan Carlos Campuzano por estar siempre conmigo.

A Delia R. Constantino, Claudia Gabriela, Esther Quintero, Yazmín Hommer, Sandra Quijas por compartir conmigo los días más padres en la facultad.

¡Me alegro infinito de haberlos conocido!

ÍNDICE

RESUMEN

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN1

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

2.1. GENERALES2

2.2. EN LA REGIÓN DE TEPEXI DE RODRÍGUEZ, PUEBLA3

2.3. MARCO GEOLÓGICO4

2.4. GRUPO BALSAS6

CAPÍTULO 3

3.1. HIPÓTESIS6

3.2. OBJETIVO GENERAL6

3.2.1. OBJETIVOS PARTICULARES6

CAPÍTULO 4

ÁREA DE ESTUDIO

4.1. ZACAPALA7

4.2. COATZINGO8

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA

5.1. TRABAJO DE CAMPO10

5.1.1 LOCALIDADES

5.1.1.1. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA ZACAPALA10

5.1.1.2. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA PUENTE ATOYAC12

5.2. TRABAJO EN LABORATORIO12

5.2.1. PROCESO QUÍMICO12

5.2.2. ELABORACIÓN DE LAMINILLAS PALINOLÓGICAS	14
5.3. MICROSCOPIA	16
5.3.1. ANÁLISIS CUALITATIVO	16
5.3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO	17
5.4. DESCRIPCIÓN DE TAXA	18

CAPÍTULO 6

RESULTADOS

TAXONOMÍA DE ESPORAS Y POLEN

6.1. ESPORAS	19
ESPORAS MONOLETE	19
Taxa parataxonómicos	24
ESPORAS TRILETE	26
GIMNOSPERMAS	33
ANGIOSPERMAS	
DICOTILEDÓNEAS	37
Taxa parataxonómicos	
POLEN SIN ABERTURAS	63
TRIPORATES	64
TRICOLPATES	65
TRICOLPORATES	68
ESTEFANOCOLPORADOS	75
ESTEFANOPORATES	75
MONOCOTILEDÓNEAS	76
Taxa parataxonómicos	
MONOCOLPATES	83
6.2. ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO	86
6.2.1. DIAGRAMA POLÍNICO DE LA SECCIÓN ZACAPALA	86
6.2.2. DIAGRAMA POLÍNICO DE LA SECCIÓN PUENTE ATOYAC	87

CAPÍTULO 7

DISCUSIONES

7.1. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES ACTUALES DE TAXA PRESENTES EN LOS CONJUNTOS PALINOLÓGICOS	94
7.2. TAXA DE INTERÉS CRONOESTRATIGRÁFICO	98
7.3. FLORA TERCIARIA Y ORIGEN DE LA FLORA MEXICANA	101
7.4. AMBIENTES DE DEPÓSITO	103
7.5. TIPOS DE VEGETACIÓN	104

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES	106
BIBLIOGRAFÍA CITADA	107

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA COMPUESTA DE LA REGIÓN DE TEPEXI DE RODRÍGUEZ, PUEBLA.	4
FIGURA 2. MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO.	9
FIGURA 3. SECCIÓN ZACAPALA.	11
FIGURA 4. SECCIÓN PUENTE ATOYAC.	13
FIGURA 5. TRABAJO DE LABORATORIO.	15
FIGURA 6. DIAGRAMA POLÍNICO DE LA SECCIÓN ZACAPALA.	88
FIGURA 7. DIAGRAMA POLÍNICO DE LA SECCIÓN PUENTE ATOYAC.	89
TABLA DE TAXA RECUPERADOS.	92
FIGURA 8. TAXA DE INTERÉS CRONOESTRATIGRÁFICO.	102
ANEXO. LÁMINA 1 Y 2. MUESTRAN FOTOGRAFÍAS DE LOS GRANOS DE POLEN Y ESPORAS QUE DESTACARON POR SU ABUNDANCIA EN LOS CONJUNTOS O POR INTERÉS CRONOESTRATIGRÁFICO.	

RESUMEN

En este trabajo, se analizaron dos secciones litológicas en los municipios de Zacapala y Coatzingo, Puebla; las secciones pertenecen a la cuenca Terciaria Tepexi-Coatzingo formada por sedimentos lacustres y volcanoclásticos cuya edad geológica ha sido siempre debatida. Con base en los resultados palinoestratigráficos se asume que las unidades estudiadas pertenecen al grupo Balsas (Fries, 1960).

Los conjuntos polínicos, representan varios tipos de comunidades vegetales, entre las que se encuentra el bosque de *Picea*, bosque de pino-encino, el bosque mesófilo de montaña representado por juglandáceas, selva baja y matorral xerófilo con elementos de la familia Asteraceae y Poaceae. Estos tipos de vegetación, indican la existencia de climas fríos, templados y tropicales, distribuidos en un gradiente altitudinal.

Entre los granos de polen encontrados en las secciones llamadas Zacapala y Puente Atoyac, destaca la presencia y diversidad de la familia Asteraceae así como la abundancia de Poaceae. En Puente Atoyac (municipio de Coatzingo) se encuentran presentes *Aglaoreidia cyclops* y *A. pristina* índices del límite Eoceno-Oligoceno de Europa.

De acuerdo con los rangos bioestratigráficos de los conjuntos polínicos, los sedimentos estudiados pueden ser considerados de edad Eoceno-Oligoceno. Cabe aclarar que la edad, no sólo se asignó con base en las especies de *Aglaoreidia*, sino también considerando otros granos de polen de interés cronoestratigráfico como *Engelhardtia* (*Momipites* spp.).

Ambas secciones son correlacionables con otras unidades previamente estudiadas en la cuenca Coatzingo-Tepexi.

Desde el punto de vista paleoambiental, las unidades estudiadas fueron depositadas en un lago con abundancia de algas de agua dulce; ésta cuenca lacustre estaba a una paleoaltitud cercana al nivel del mar, como lo demuestra la presencia de la familia Restionaceae.

Algunos granos de polen y esporas, no pudieron asignarse a grupos taxonómicos, estos palinomorfos potencialmente tienen gran interés tanto ecológico como ambiental y requieren de ser identificados en estudios posteriores.

Es importante continuar explorando diferentes afloramientos, describiendo e interpretando palinomorfos con la finalidad de dar a nuestro país una palinoestratigrafía del Terciario cada vez más completa para robustecer hipótesis sobre el intercambio de plantas entre Laurasia y Gondwana y por otro lado, contribuir a la geología histórica del sur de México.

PALINOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO BALSAS. IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES, CLIMÁTICAS Y CRONOESTRATIGRÁFICAS. (MUNICIPIOS DE ZACAPALA Y COATZINGO, ESTADO DE PUEBLA).

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La palinología es motivo de interés en muchos campos de investigación; se encarga del estudio de polen, esporas, algas y una gran variedad de organismos microscópicos como fragmentos de artrópodos, protozoarios, fungosporas y otros, llamados palinomorfos. Todos ellos presentan una gran resistencia a procesos diagenéticos de tal forma que en muchos tipos de rocas sedimentarias sólo se pueden preservar palinomorfos adquiriendo así un valor estratigráfico como ambiental.

A principios del siglo XX la palinología extendió sus aplicaciones a estudios bioestratigráficos. En palinoestratigrafía, los palinomorfos, proveen un control de alta resolución en investigaciones dirigidas a establecer edades, climas, ambientes, así como migración y origen de floras.

En México se han realizado pocos estudios palinoestratigráficos y paleobotánicos, que han sido de gran importancia en el conocimiento o interpretación de la historia de la vegetación por ejemplo, los trabajos realizados en la localidad Ahuehuetes en el municipio de Tepexi de Rodríguez Puebla, conjuntan sus datos para dar interpretaciones más adecuadas acerca del pasado, permiten realizar inferencias más adecuada sobre la flora, el clima y la edad y otros aspectos de interés.

Esta tesis, se realizó en dos regiones del estado de Puebla, localizadas en los llanos de Tepexi de Rodríguez; se considera que las unidades litológicas de Tepexi (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999), corresponden al grupo Balsas (sensu Fries,

1960) cuyos límites temporales en la actualidad no están bien establecidos; de ahí la importancia de estudios paleontológicos que permitan proponer edades relativas con las que se pueda caracterizar al grupo Balsas el cual se extiende desde Michoacán hasta Puebla.

En este trabajo se realizó una descripción detallada de los granos de polen y esporas, dada la importancia que tiene definir de manera adecuada las relaciones taxonómicas de los palinomorfos fósiles asociados a grupos recientes.

La gran variedad morfológica de granos de polen y esporas encontradas, revelan la existencia de una gran diversidad florística en la Mixteca Poblana durante el Terciario.

Con estos resultados se busca contribuir en la comprensión del origen y distribución de grupos de plantas así como sus implicaciones paleoambientales, climáticas y cronoestratigráficas de la flora mexicana.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

2.1. Generales

Hasta la fecha se han realizado pocos trabajos palinológicos de la flora de México; en cuanto a flora del Terciario, pueden citarse los estudios de Langenhein *et al.*, (1967) que examinaron muestras de rocas sedimentarias (algunos con depósitos de ámbar) del Oligoceno-Mioceno de la región de Simojovel, Chiapas. Salas (1975) publicó un catálogo de palinomorfos fósiles del Mioceno Temprano de la cuenca sedimentaria de Burgos Tamaulipas. Graham (1976) estudió el polen contenido en la Formación Paraje Solo del Mioceno superior cerca de Coatzacoalcos, Veracruz. Biaggi (1978) elaboró un estudio palinológico en rocas del oligo-mioceno de la Formación La Quinta en Simojovel, Chiapas determinando microfósiles que pertenecen a elementos de climas calientes-templados y

fríos. Tomasini-Ortiz (1980) y Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández (1984) analizaron depósitos del Oligoceno de Simojovel, Chiapas y describieron 87 especies de palinomorfos. Martínez-Hernández, E., Hernández-Campos, H. y Sánchez, M. (1980) realizaron un trabajo palinológico en la Cuenca de Burgos en el noroeste de México; los conjuntos polínicos permitieron a los autores proponer una edad eocénica; debido a la abundancia de polen de *Platycaria* y *Momipites* así como la presencia de *Nudopollis*, *Bombacacidites*, *Choapollenites* y *Sernapollenites*. Palacios-Chávez, R. (1993) realizó un estudio palinológico y paleoecológico del Mioceno Temprano y Mioceno Medio en la región de Pichucalco, en el estado de Chiapas.

2.2. En la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla.

El primer estudio se llevó a cabo en 1986 por Martínez-Hernández *et al.*, en el área de Chigmecatitlán, municipio de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Los autores exponen que en el cañón del Río Atoyac se midieron tres secciones litológicas con calizas, areniscas y travertinos. Al realizar los análisis palinológicos, la abundancia de *Pediastrum* indicó que se trataba de un ambiente lacustre; en el cual dominaban las coníferas y gramíneas y codominaban las juglandáceas, ulmáceas y moráceas.

Posteriormente, Martínez-Hernández, E. y Ramírez-Arriaga E. (1993, 1994, 1996). Señalan que para México los paleoclimas y la vegetación durante el Terciario se han dado por extrapolaciones generales, considerando a México de acuerdo a su latitud actual con una paleoflora terciaria que refleja un clima tropical. Esta es sólo una de las razones por la cual han realizado la prospección de varios afloramientos en el municipio de Tepexi de Rodríguez de los cuales destacan hasta ahora los de las localidades; Ahuehuetes, Barranca Abuelo, la Barranca de Chigmecatitlán y la Barranca del Río Atoyac (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996). Encontrando que; “El conjunto polínico de la región de Tepexi, está dominado por gramíneas, efedras, como codominantes las ulmáceas y el complejo *Momipites*”. Resalta la escasez de granos de la familia Asteraceae. A los conjuntos polínicos les asignan una edad eocénica.

La región de Tepexi de Rodríguez ha destacado también por su importancia paleobotánica. Magallón-Puebla y Cevallos-Ferriz (1994), al estudiar la localidad Ahuehuetes encuentran

abundantes restos de angiospermas (hojas, flores, frutos y semillas), así como algunos fragmentos de hongos. Consideran que los estratos donde se localizan estos fósiles, pertenecen al Neógeno del período Terciario. Entre los fósiles identificaron frutos pertenecientes al género *Eucommia* y *Cedrelospermum* que representan el reporte más Tardío en América; también encontraron leguminosas como *Lysiloma*, *Mimosa*, *Prosopis* y *Sophora*. Cabe destacar que la localidad Ahuehuetes ha sido estudiada paleobotánica y palinológicamente, esta información es complementaria y permite realizar mejores interpretaciones acerca del tipo de comunidades vegetales, clima y edad de las floras que habitaron en México durante el período Terciario.

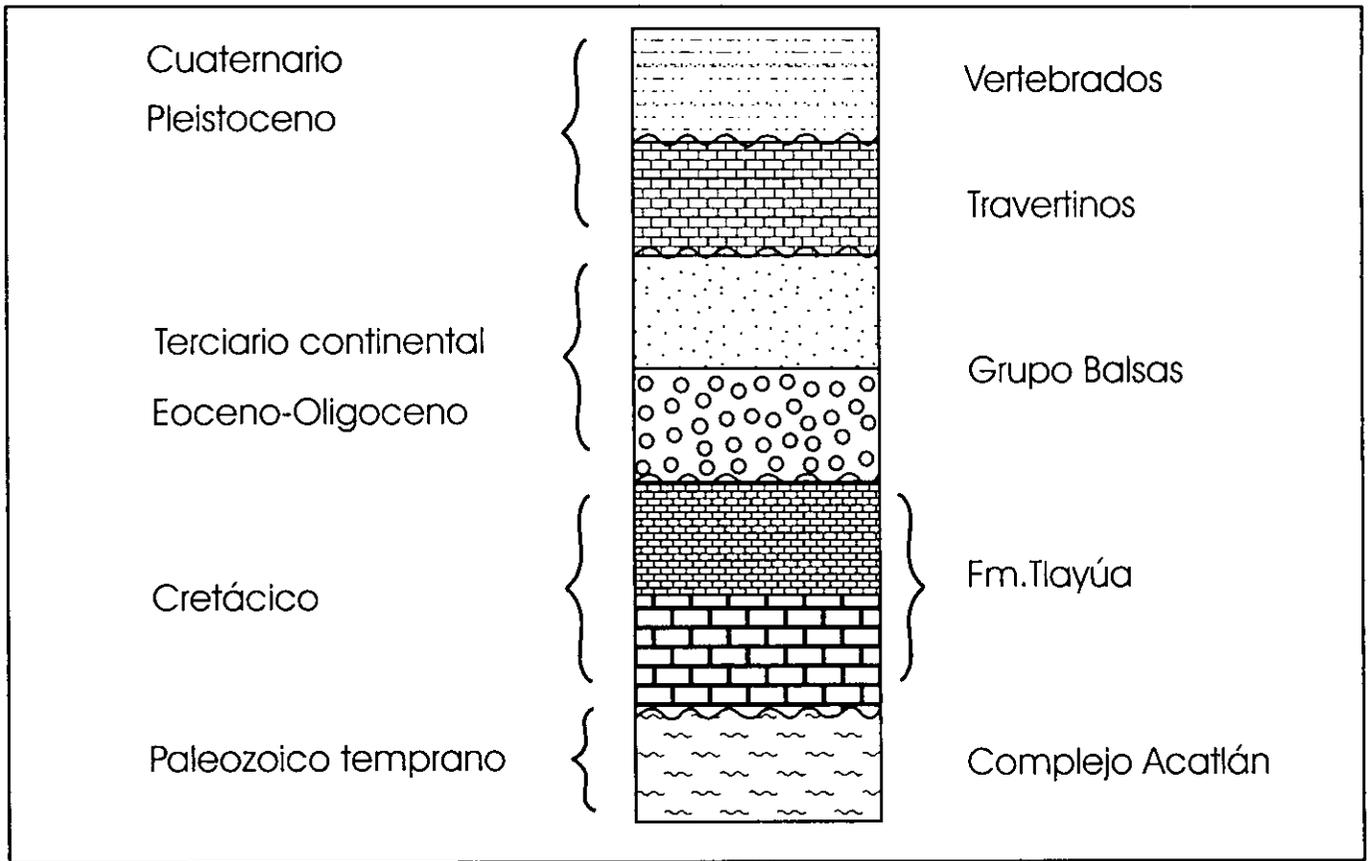
2.3. Marco geológico

En esta región existen sedimentos Cenozoicos que autores como Padilla 1973, *In: Applegate et al.*, 1984 y Fernández (1985) los consideran como pertenecientes al grupo Balsas.

Padilla (1973); menciona que la Formación Balsas (Terciario) aflora en la región de Tepexi y que sobryace discordantemente a la Formación Mexcala (Conoaciano-Maestrichtiano) y también a Formaciones más antiguas, además que subyace a depósitos de aluvión Reciente. De acuerdo con Padilla (1973) y Fernández (1985), dichas unidades de la región de Tepexi se correlacionan con el grupo Balsas *sensu* Fries, 1960.

Las rocas más antiguas que afloran en la región de Tepexi consisten en esquistos y filitas del Complejo Acatlán, Pantoja (1990), de edad Paleozoico Temprano cubiertas en discordancia angular por capas terrígenas y lentes calcáreos del Jurásico Medio-Superior, Neocomiano y Aptiano Temprano (Ortega-Guerrero, 1989 *In: Pantoja, 1973*). Le sobryace una secuencia gruesa de caliza de plataforma, cuya edad abarca desde el Aptiano Tardío hasta el Turoniano. Sobre las rocas Cretácicas descansan, en marcada discordancia angular, los conglomerados continentales eocénico-oligocénico, del grupo Balsas a los que también cubren sedimentos terrígenos continentales del Terciario Superior. (Monroy-Fernández y Sosa-Patrón, 1984) (**Fig. 1**)

Sección estratigráfica compuesta de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla.



-  Limolitas
-  Travertinos
-  Terrígenos continentales
-  Conglomerados continentales
-  Caliza gruesa de plataforma
-  Capas terrígenas y lentes calcáreas
-  Esquistos y filitas

Fig. 1. Se observa la litología que aflora en la región de Tepexi de Rodríguez.

CAPÍTULO 4

ÁREA DE ESTUDIO:

4.1. Zacapala es un municipio que se localiza en la parte suroeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18°27'42" y 18°40'00" de latitud norte y los meridianos 97°56'00" y 98°16'42" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 392.92 kilómetros cuadrados. Se encuentra a una altitud media de 1328 metros sobre el nivel del mar. Su territorio pertenece a la cuenca del Río Atoyac. Al extremo es cruzado por el Río Atoyac; sin embargo presenta una gran cantidad de arroyos que bañan al municipio.

Se identifican dos climas: Awo (w): clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano; la temperatura media anual es mayor de 22° C; la temperatura del mes más frío es mayor de 18° C; la precipitación del mes más seco menor a 60 mililitros; es el clima predominante y, se identifica en la porción oriental. También se identifica el clima A(C)Wo (W); semicálido subhúmedo, con lluvias en verano, la temperatura media anual es entre 18 y 22° C, la temperatura del mes más frío es mayor de 18° C; la precipitación del mes más seco es menor de 60 mililitros; se presenta en el noroeste y sureste.

El municipio pertenece por completo a los llanos de Tepexi, planicie que forma parte de la meseta poblana; sin embargo el relieve es bastante complicado. Al noroeste el terreno alcanza su mayor altura (1700 metros sobre el nivel del mar), presentando un declive suave y regular en dirección noroeste-sureste, apenas interrumpido por el cerro de la Cruz. Continuando al sureste, el declive se vuelve más abrupto y cambia drásticamente de rumbo, ahora de este a oeste, en dirección del Río Atoyac. El descenso es irregular, presentando tanto zonas planas a distintos niveles, como formaciones orográficas entre las que destacan los cerros Palo Liso, Comalcatepec, Gordo, El Campamento, El Duende y mesas como Mano de Buey, La Palma y San Mateo. Al extremo suroeste presenta su menor altura, en la ribera del Río Atoyac (1110 metros sobre el nivel del mar); Secretaría de gobernación y gobierno del estado de Puebla, 1988. La mayor parte del municipio está cubierta por selva baja caducifolia, asociada en ocasiones a vegetación secundaria arbustiva y arbórea. Al

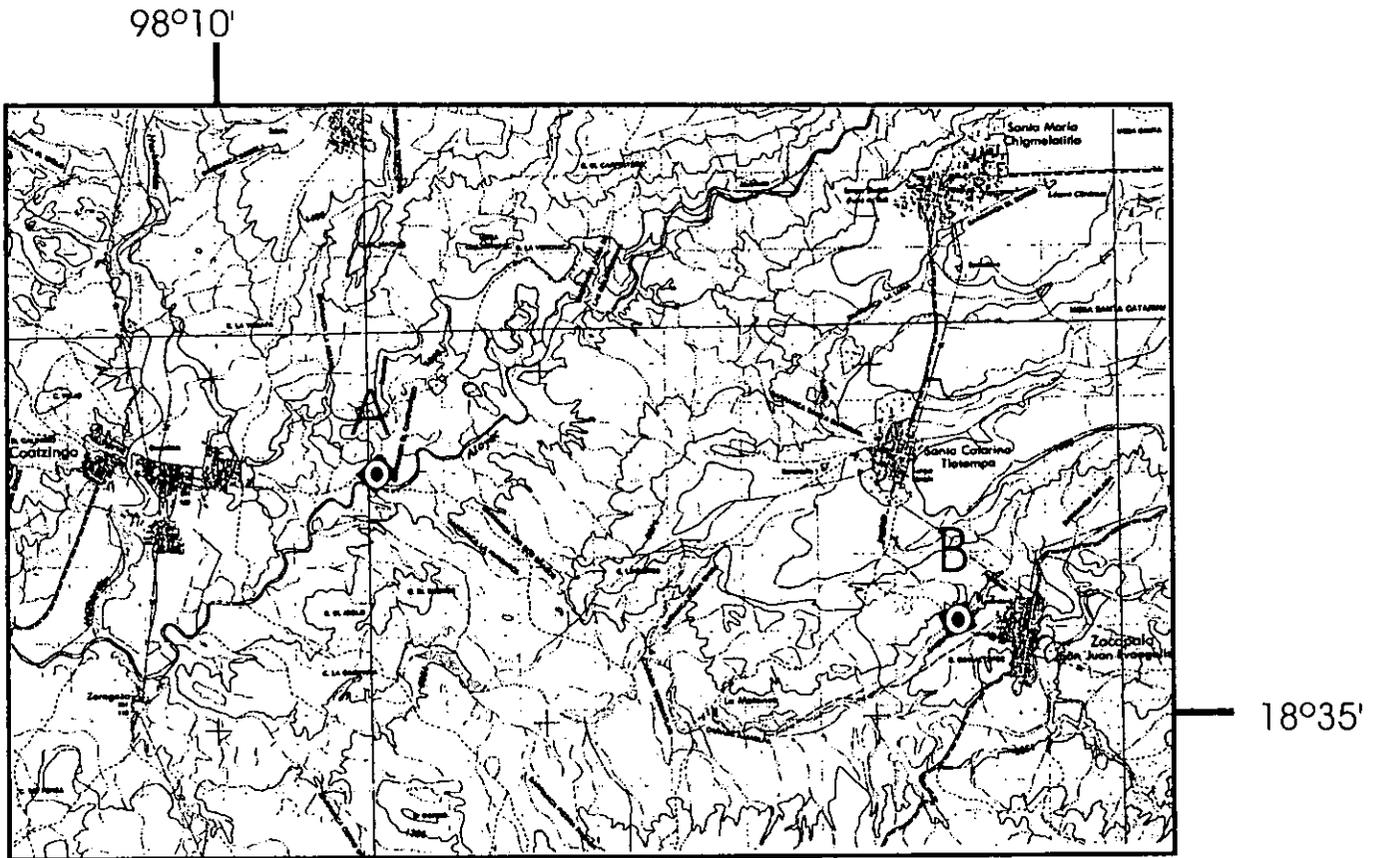
oriente presenta algunas zonas de pastizales inducidos y áreas reducidas de bosque de encino. Por último, en áreas dispersas por todo el municipio se encuentran áreas dedicadas a la agricultura de temporal.

Un camino secundario atraviesa el municipio y pasa por su cabecera, comunicándola por un lado, con Cuayuca y Tehuitzingo, ahí entronca con la carretera panamericana federal número 190, que pasa por Tepexco, Tilapa, Izúcar de Matamoros, Tehuitzingo, Ahuehuetitla, Acatlán, Petlalcingo y Chila de las Flores. Por el otro camino que se bifurca, uno de los ramales llega a Chigmecatitlán y otro a Tepexi de Rodríguez. (Fig. 2)

4.2. El municipio de **Coatzingo** se localiza en la parte centro sur del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18°31'36" y 18°39'36" de latitud norte y los meridianos 98°08'00" y 98°14'60" de longitud oeste. Tiene una superficie de 68.89 kilómetros cuadrados.

El municipio pertenece a la cuenca del Río Atoyac. Presenta un sólo clima de tipo cálido. Awo(w), cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18° C. La sección estudiada en este municipio, forma parte de los llanos de Tepexi. En la actualidad gran parte de Coatzingo está cubierto de selva baja caducifolia.

Mapa de la zona de estudio.



0 1
Kilómetro

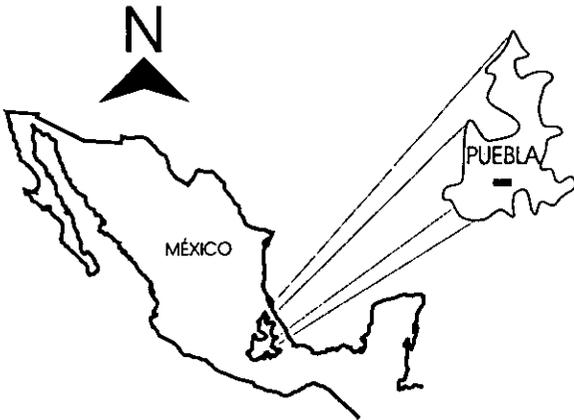


Fig. 2. A) Sección Puente Atoyac B) Sección zacapala

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA:

5.1. Trabajo de campo

Basándose en la carta topográfica del INEGI E14B63 escala 1:50,000 Coatzingo, Puebla, se determinó el área de prospección. Al llegar a cada afloramiento (uno en Zacapala y otro en Coatzingo) se eligió una sección.

La secuencia de los análisis comenzó definiendo la litología de los sedimentos de interés e interpretando el ambiente de depósito con base en los tipos litológicos.

Se definió una columna estratigráfica de acuerdo a sus unidades litológicas (limolitas, lutitas, etcétera) y, posteriormente, con el martillo de geólogo se quitó una parte de la pared de tal manera que aflorara la roca fresca (no intemperizada), entonces se tomaron muestras de unos 100 gramos cada una, comenzando de base a cima (para evitar contaminaciones), se guardaron en bolsas de plástico se cerraron bien y se numeraron.

5.1.1. LOCALIDADES:

5.1.1.1. Sección estratigráfica Zacapala

Existe una cañada denominada "Barranca Salada" al noroeste de Zacapala, en donde aflora una secuencia de 100 metros de espesor compuesta de lutitas y limolitas con yesos. Sus coordenadas geográficas son 18°35'07" N y 98°04'55" W.

Esta sección se midió y se tomaron siete muestras (**Fig. 3**), resultando positiva sólo la muestra Pb-8008, tomada a 11 metros de la base donde predominan las capas de yesos con lutitas finas verdosas. La litología hacia la cima se hace más clástica con predominancia de limolitas que alternan con lutitas ricas en materia orgánica; en esta parte las muestras resultaron negativas. La base de la sección está cubierta y la cima es discordante con los suelos cuaternarios.

Sección Zacapala

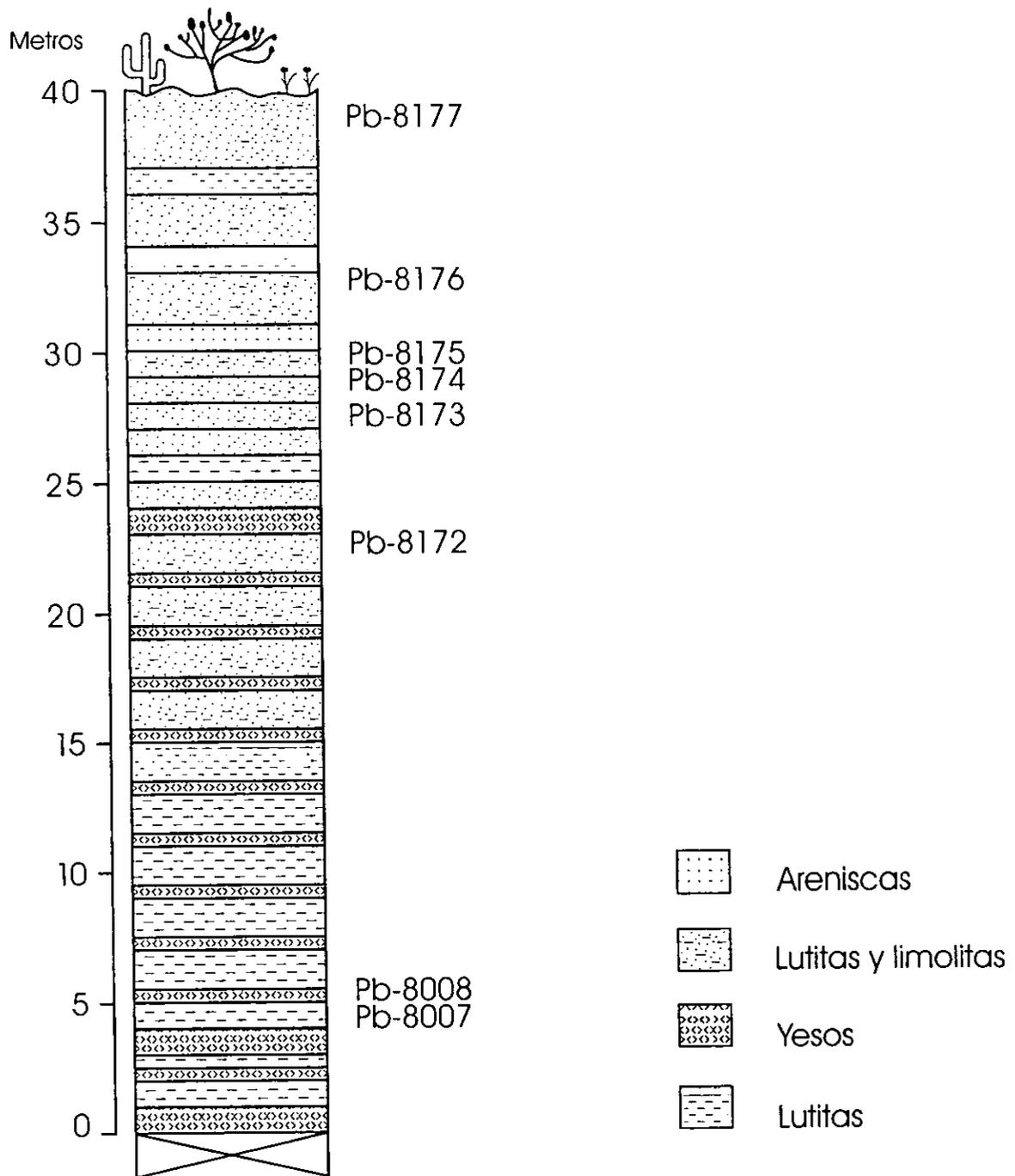


Fig. 3 Sección Zacapala.

Se detalla litología, número y nivel donde fueron tomadas las muestras.

5.1.1.2 Sección estratigráfica Puente Atoyac

Esta sección se localiza al este de Coatzingo, sus coordenadas geográficas son 18°36'07" N y 98°08'09" W. Está cercana a la orilla del Río Atoyac a la altura de puente del mismo nombre, (km 47 sobre la carretera Izúcar de Matamoros a Tepexi de Rodríguez). La secuencia mide aproximadamente 10 metros y está constituida por areniscas tobáceas en la base, continúa una capa de pedernal y hacia la parte media hay limolitas y lutitas, las que además de contener abundantes palinomorfos, presentan semillas, hojas y hacia la cima, alternan con areniscas (Fig. 4)

Se tomaron tres muestras; Pb-7756, limolita verde amarillenta con plantas, tomada a 5 metros de la base; Pb-7757, limolita verdoso amarillenta, tomada a 7 metros de la base y Pb-7758, limolita verdoso amarillenta a café, tomada entre 5 y 7 metros de la base. Todas resultaron positivas con gran abundancia relativa de palinomorfos. Al igual que en la sección Zacapala, la base de la sección está cubierta y la cima es discordante con los suelos cuaternarios.

5.2. Trabajo en laboratorio

Cada una de las muestras es procesada con la técnica para extracción de palinomorfos fósiles.

5.2.1. Proceso químico

1. - Se trituro en un mortero metálico una parte de cada muestra hasta obtener porciones pequeñas de más o menos 5 milímetros cúbicos (del tamaño de una lenteja).
2. - Se pesaron 30 gramos de cada muestra.
3. - Cada una de las muestras (pesada previamente) se colocó en un vaso de precipitados de plástico y se le agregó HCl (ácido clorhídrico) al 10%, se dejaron durante 24 horas. Esto sirve para destruir carbonatos.
4. - Se decantó y se lavó con agua las veces necesarias para neutralizar el ácido, esto se repite hasta que la muestra tenga pH 7.

Sección Puente Atoyac

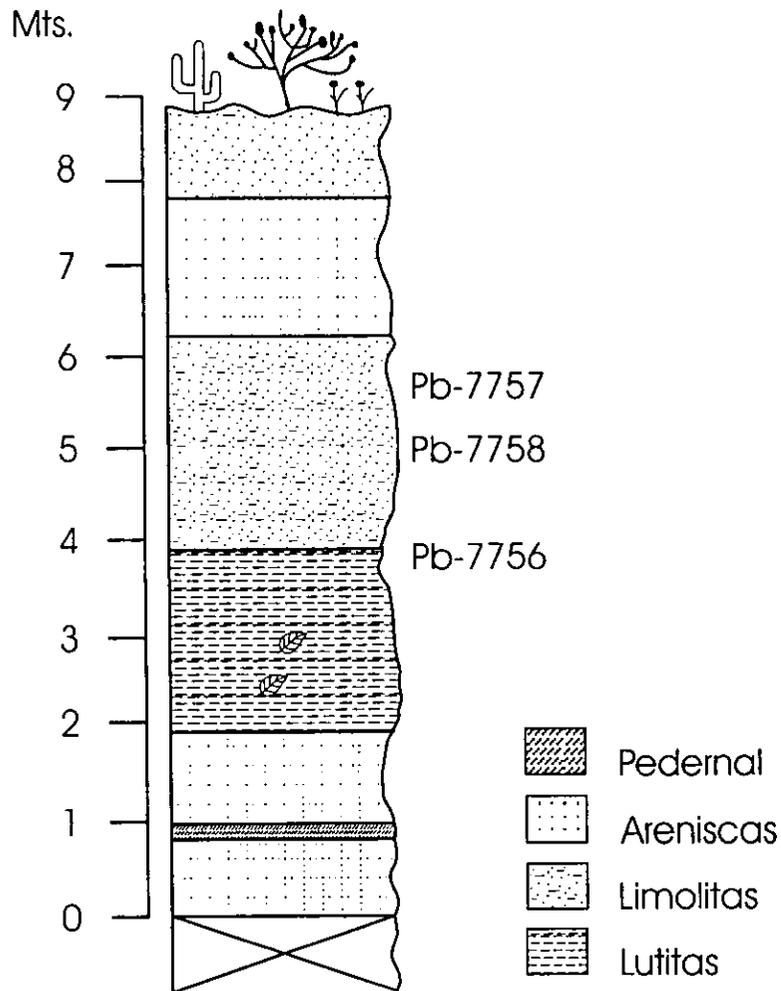


Fig. 4 Sección Puente Atoyac.

Se detalla litología, número y niveles donde fueron tomadas las muestras.

5. - Se le agregó HF (ácido fluorhídrico) químicamente puro y se dejó por 24 horas, éste reactivo sirve para fundir los silicatos. Es importante cuidar mientras se agrega HF a la muestra que la temperatura no exceda de 70 grados Celsius, lo cual puede ser controlado agregándole agua.
6. - Se repitió el paso número 4 y la muestra se coloca en tubos de 50 centímetros cúbicos y en cada lavada se centrifugó a 1200 revoluciones por minuto (r.p.m.) durante dos minutos y se tiró el sobrenadante.
7. - Se agregó KOH (hidróxido de potasio) al 5% el cual sirve para la destrucción y oxidación de materia orgánica. Se dejó entre 4 y 7 minutos. Después se lavó y centrifugó como en el paso 6.
8. - Las muestras tenían mucha materia orgánica así que se preparó la composición Shultz (mezcla saturada de clorato de potasio ($KClO_3$) y ácido nítrico (HNO_3), con esto, las muestras se dejaron 7 minutos.
9. - Se neutralizó con agua.
10. - En esta etapa se empleó el método de densidad para separar la materia orgánica del resto de los minerales; se utilizó bromuro de zinc ($BrZn_2$), éste se agregó en cantidad suficiente para cubrir las muestras, se agitaron y se les agregó más bromuro hasta completar el doble del residuo.
11. - Se centrifugó a 1200 r.p.m. por 8 minutos.
12. - El sobrenadante se pasó a un tubo limpio y se lavó con HCl al 10%, para abatir la densidad modificada por el bromuro de zinc.
13. - Se lavaron varias veces con agua destilada para obtener un pH 7. (Fig. 5)

5.2.2. Elaboración de laminillas palinológicas

1. - Al residuo orgánico (de cada muestra) obtenido en el proceso químico al que fueron sometidas las rocas se le agrega hidroxietilcelulosa (HEC).
2. - De cada muestra se toma una alícuota de dicha mezcla, se coloca sobre un cubre objetos (22x22 mm.), se distribuye homogéneamente con un palillo limpio sobre toda la superficie.
3. - Los cubre objetos fueron colocados sobre una parrilla hasta que el exceso de agua se evaporó.

Trabajo de laboratorio

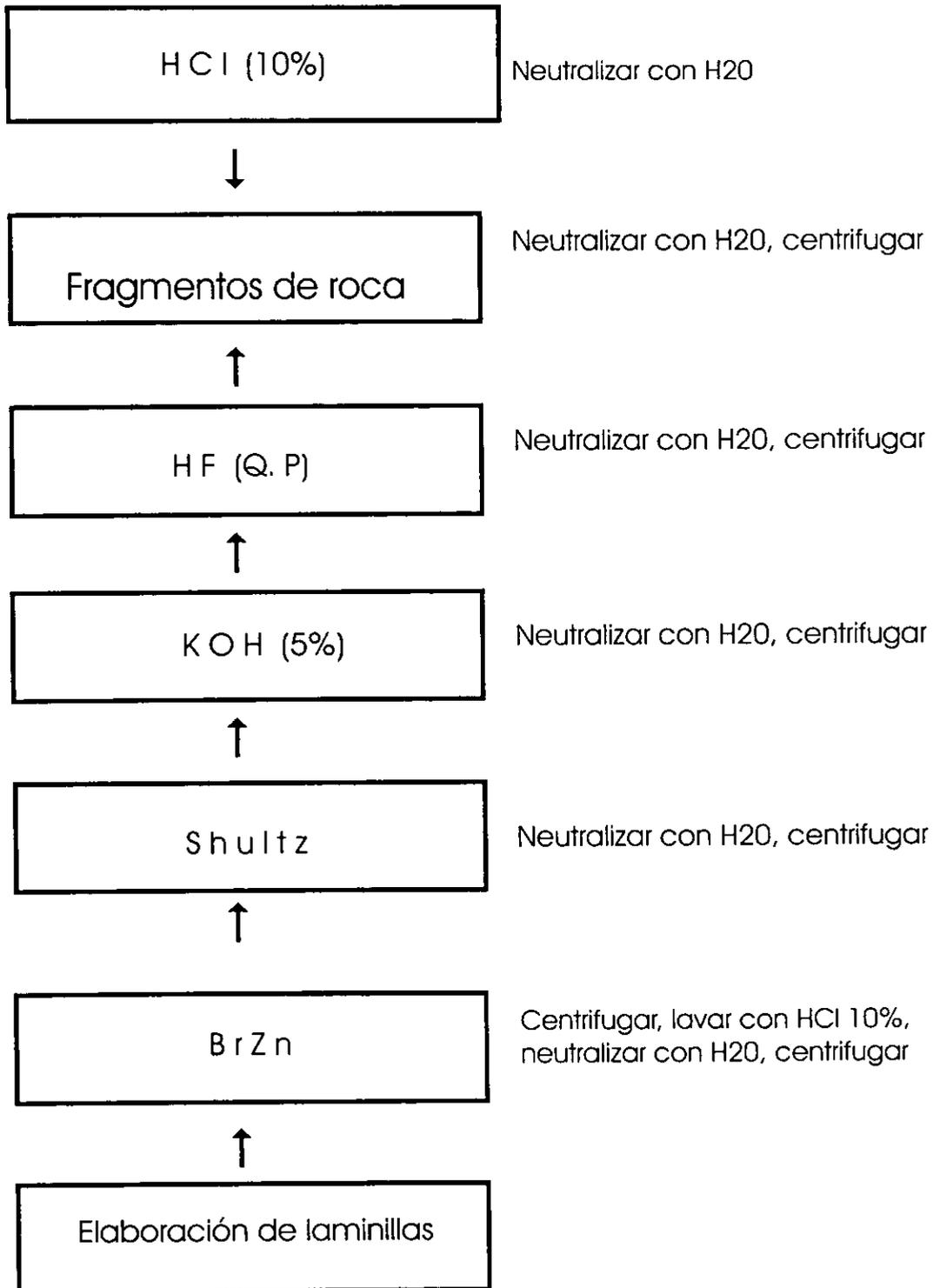


Fig. 5. Diagrama de flujo que explica el proceso químico para destruir roca y extraer palinomorfos.

4. - Se montaron las muestras con bálsamo de Canadá y se les colocó un portaobjetos.
5. - Se elaboraron laminillas permanentes de cada muestra empleando toda la materia orgánica obtenida mediante el proceso de extracción de palinomorfos.
6. - Las laminillas se etiquetaron con un número de colección y finalmente se colocaron en un horno a una temperatura de 70° C durante una semana.

De la sección Puente Atoyac, se obtuvieron un total de 15 laminillas palinológicas (5 por cada muestra; Pb-7756, Pb-7757, Pb-7758).

De la sección Zacapala, se obtuvieron 3 laminillas (Muestra Pb-8008).

Estas muestras, forman parte de la colección micro paleontológica del Instituto de Geología de la UNAM. Así, cada Pb- corresponde a su número en la colección de polen fósil.

5.3. Microscopía

Empleando un microscopio óptico y las técnicas de iluminación de Köeler y contraste de fases se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de cada laminilla palinológica

5.3.1. Análisis cualitativo

En primer lugar, se hizo una revisión general para reconocer los grupos taxonómicos que se presentan en los conjuntos estudiados en las secciones, para ello se realizaron descripciones morfológicas detalladas de los granos de polen y esporas encontrados, empleando la terminología establecida por autores como El Ghazali Gamal, 1990; Faegri, K. & Iversen, 1989; Praglowski, J., 1971; Thanikaimoni, G., 1986; Wodehouse, 1935 y otros.

Para la observación de las laminillas permanentes se utilizó un microscopio compuesto Carl Zeiss con contraste de fases.

Las descripciones de los palinomorfos se realizaron a 100x (objetivo de inmersión).

La mayoría de los granos se observaron en contraste de fases y en algunos se alternó con luz normal para distinguir la organización de patrones de sexina asimismo; se realizó el análisis L-0 (Luz-Oscuridad; Erdtman, 1952).

Una vez familiarizada con los tipos de polen, se comenzó el conteo, al mismo tiempo se afinaban las descripciones y se continuaron describiendo taxa que no habían sido observados en la primera revisión. Se anotaron las diferencias morfológicas observadas en cada taxa, por ejemplo variaciones en el número de aberturas, tamaño, ornamentación; entre otros caracteres. Los granos de polen mejor preservados se marcaron con plumón indeleble sobre el cubre objetos y/o se anotaron sus coordenadas, posteriormente se eligieron algunos de ellos para ser fotografiados.

Después de la descripción se buscó su relación botánica con plantas vivientes o fósiles reportadas en literatura específica. En general la comparación morfológica de los fósiles con las formas vivientes o con otras también fósiles, permitieron estimar sus relaciones de parentesco. Sin duda el problema es más complejo, cuando se trata de fósiles que no tienen equivalentes en la flora actual; entonces se recurrió a comparaciones con otros grupos afines hasta llegar a una interpretación adecuada, cosa que no siempre fue posible.

5.3.2. Análisis cuantitativo

El análisis consistió en conocer el número de palinomorfos totales en cada muestra (suma de todos los granos de polen y esporas de cada laminilla correspondiente a una determinada muestra). Por esto, se trató que las laminillas fueran leídas en su totalidad y se realizaron los transectos necesarios hasta cubrir toda la superficie del cubre objetos.

El número total de polen y esporas de cada muestra equivale a 30 gramos. Realizando una regla de tres se pudo conocer el número de granos y esporas por gramo.

Con la finalidad de conocer la abundancia relativa y absoluta por taxa; los conteos de cada muestra se graficaron en el programa **Tilia Graph** útil en la elaboración de diagramas polínicos. (Ver figuras 6 y 7)

Por último se tomaron microfotografías de los granos y esporas más representativos de las muestras en un microscopio Zeiss Axiolab con objetivo de inmersión 100x. (Ver Láminas 1 y 2).

5.4. Descripción de taxa

Primero se describen esporas con abertura transicional, monolete y trilete. Se describen después los granos de polen de gimnospermas y angiospermas (dicotiledóneas y monocotiledóneas, como lo propone Cronquist, 1981) y una vez establecidos dichos grandes grupos; los taxa se ordenaron alfabéticamente de acuerdo al nombre de familia y posteriormente, en orden alfabético de acuerdo al género.

Con el fin de presentar de una manera más sistemática los granos de polen y esporas; cuando no se pudo encontrar su afinidad botánica; se uso un sistema parataxonómico de índole práctica donde los nombres genéricos están basados en los nombres de tipos de polen con relación al número y la forma de las aberturas (propuesto por Iversen y Troels-Smith en 1950 y utilizado por van der Hammen en 1954), así por ejemplo; los granos de polen tricolpados, se consideran pertenecientes al género *Tricolpites*. Un grano de polen de tipo incierto queda clasificado bajo el género *Pollenites*. De la misma manera, una espora trilete pertenece al género *Triletes*.

Para cada taxón se procuró proporcionar **1)** Nombre del género fósil, autor y año. ***2)** Número de lámina y número de fotografía. **3)** Pb-(que indica el número de muestra) y, las coordenadas del microscopio para localizar el espécimen. **4)** Descripción morfológica: En granos de polen se proporciona tipo y número de aberturas, grosor de exina, tipo de tectum (tectado, subtectado o intectado), ornamentación, tamaño de grano de polen y forma; asociación, polaridad y simetría. Mientras para esporas se da el tipo de abertura, ornamentación, grosor de pared, tamaño de la espora, asociación, polaridad y simetría. Todas las medidas se proporcionan en micras (μ). **5)** Afinidad botánica. **6)** Ocurrencia y edad. **7)** Localidad: (es) en la (s) que se encontró el taxón.

*Los puntos 2 y 3 son exclusivos de palinomorfos ilustrados.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS

TAXONOMÍA DE ESPORAS Y POLEN

ESPORAS

Género *Sporites* H. Potonié 1931.

Sporites sp. 1. Pb-8001-1. Coordenadas 18x103.7.

Espora monolete o transicional. Psilada, presenta perisporio muy grueso (tal vez tres capas). Este grano se encontró doblado y sólo se le pudo tomar una medida (44.8 μ) que corresponde al eje ecuatorial menor. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Zacapala.

Sporites sp. 2. Pb-7757-2. Coordenadas 22.1x93.9.

Espora transicional; monolete a trilete. Psilada. Exina de 0.8 a 1 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 96 μ , eje ecuatorial menor 76 μ . Forma elíptica. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

ESPORAS MONOLETE

Familia Aspleniaceae

aff. *Asplenium*. Pb-7757-1. Coordenadas 9.8x90.8.

Tétrada tetragonal de esporas monolete. Abertura de 24 μ de largo. Presencia de margo psilado menor de 1 μ . Exina perforada, perforaciones aisladas. Exina de aproximadamente 1 μ de grosor. Cada mónade mide de eje ecuatorial mayor 36.8 μ , de eje ecuatorial menor 28.8 μ . Forma elíptica en vista polar. Presencia de perisporio que rodea a las cuatro esporas; el perisporio mide 3 μ de grosor. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Asplenium*.

Ocurrencia: Esporas fósiles han sido encontradas en depósitos del Jurásico Medio en Siberia, en el Jurásico Medio a Tardío de Volga. Se han identificado restos fósiles (hojas, esporofilas y microsporas) del género *Asplenium* en estratos Cretácicos, se cree que esas son las primeras ocurrencias. Khlonova (1960) reporta *Asplenium* para el Cretácico Tardío (Cenomaniano-Turoniano) de la cuenca Enisei River en Siberia, Rusia (Jansonius & Hills, 1976). En China se reporta para el Terciario (Zhang, 1990). En el Mioceno de Siberia y en el Plioceno de Turgai y Mongolia.

Familia Polypodiaceae

Género *Echinosporis* Krutzsch 1969.

Echinosporis sp. Pb-7756-4. Coordenadas 15x86.8.

Espora monolete. Exina equinada de 2 μ de grosor, las espinas miden de 0.8 a 1.6 μ de alto. Se forma patrón reticulado. Eje ecuatorial mayor de 34.4 a 40.8 μ , eje ecuatorial menor de 30.4 a 36 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Relacionadas con la familia Polypodiaceae. Sin embargo, parecidas a las Polypodiaceae existen muchas familias de helechos como Duvalliaceae, Athyriaceae, Blechnaceae y Woodsiaceae. Las esporas de las familias antes mencionadas son muy parecidas entre sí, cuando falta el perisporio. Debido a que es muy difícil identificar a que familia o género realmente pertenece una espora; se habla de forma género.

Ocurrencia: Las esporas con ornamentación equinada (*Echinosporis*), se distribuyen en el Terciario Medio y Tardío de Europa (Zhang, 1990, Krutzsch, 1967).

Género *Laevigatosporites* Ibrahim 1933 emend Shopf *et. al.* 1944.

Laevigatosporites sp. 1. Pb-7757-3. Coordenadas 16.5x97.7.

Espora monolete psilada. Abertura de 16 μ . Exina de 1 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 21.6 μ , eje ecuatorial menor 17.8 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Laevigatosporites sp. 2. Pb-7756-1. Coordenadas 4.2x103.

Espora monolete. Exina psilada de 1 μ de grosor. Presenta patrón reticulado. Eje ecuatorial mayor un poco más de 18.4 μ (rota), eje ecuatorial menor 16 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: No obstante que la morfología de estas esporas es similar a las Polypodiaceae actuales, su afinidad no es clara, podrían pertenecer a Filicopsida y Sphenopsida (Zhang, 1990).

Las esporas de este forma género son encontradas al menos en las siguientes familias: Aspidiaceae, Aspleniaceae, Athyriaceae, Blechnaceae, Gleicheniaceae, Lomariopsidaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae, Vittariaceae (Frederiksen, 1983).

Ocurrencia: Las esporas *Laevigatosporites* similares a esporas de Polypodiaceae han sido encontradas en sedimentos del Carbonífero Temprano, aunque no son abundantes; sin embargo muchos tipos de esporas monolete son predominantes en el Cretácico Tardío.

Se reportan para el Terciario de China (Zhang, 1990), para el Terciario de Europa (Kruttsch, 1967). Para la Formación Naheola de edad Paleoceno Tardío en Alabama EUA. Existen reportes de las Formaciones Delmar, Ardath Shale y Mission Valley todas ellas de edad eocénica (San Diego California, EUA).

Estas esporas son representativas de géneros que se presentan en estratos desde el Carbonífero Tardío a estratos del Mesozoico y Cenozoico. Schopf, Wilson y Bentall (1944) consideran que las esporas monolete psiladas en el Terciario (o incluyendo las del Cretácico), pueden pertenecer al género *Laevigatosporites* Ibr. R. Potonié (1956) considera que dicho género sólo incluye esporas monolete psiladas del Paleozoico, mientras en estratos más tardíos esas esporas son conocidas como *Polypodiaceaesporites* (Thiergart, 1938). *Laevigatosporites* ahora es usado para esporas monolete psiladas desde el Paleozoico al Cenozoico (Zhang, 1990). En México el género se encuentra reportado en el Eoceno de

Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Género *Polypodiites* Ross 1949.

***Polypodiites* sp. 1.** Pb-8001-1. Coordenadas 24.1x103.1.

Espora monoete areolada. Retículo negativo dado por verrugas circulares de 2 μ de diámetro, las verrugas se encuentran muy juntas entre sí. Exina de 1.6 a 2.4 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor de 36 a 52 μ , eje ecuatorial menor de 24 a 32 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

***Polypodiites* sp. 2.** Pb-7757-1. Coordenadas 17.4x99.4.

Espora monoete verrugada. Verrugas de 2.4 μ de alto por 2 de ancho distribuidas irregularmente. Exina de 3.2 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 40 μ , eje ecuatorial menor 32 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

***Polypodiites* sp. 3.** Pb-7757-1. Coordenadas 25x81.

Espora monoete verrugada. Exina de 2.4 μ de grosor. Verrugas de aproximadamente 1.6 μ de base por 1.6 μ de alto. Eje ecuatorial mayor con variación de 24 a 30.4 μ , eje ecuatorial menor de 15.2 a 20.8 μ . Abertura de 13 μ de largo. Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

***Polypodiites* sp. 4.** Pb-7756-2. Coordenadas 14.7x97.1.

Espora monoete microverrugada. Abertura de 13.6 μ de largo, sin margo. Verrugas de aproximadamente 0.8 μ de diámetro, circulares. Exina de aproximadamente 1 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 40 μ , eje ecuatorial menor 32 μ . Forma elipsoide (vista polar proximal). Verrugas separadas entre sí unas 4 o 5 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Polypodiites sp. 5. Pb-7756-1. Coordenadas 21.4x83.

Espora monolete heteroverrugada. Verrugas de 1 a 1.6 μ de diámetro, distribuidas heterogéneamente. Exina de 2 μ de grosor. Margo delgado. Eje ecuatorial mayor 52 μ , eje ecuatorial menor de 29.6 a 32 μ . Mónade, heteropolar, bilateral. Forma elíptica en vista polar.

Localidad: Puente Atoyac.

Polypodiites sp. 6. Lámina 1. Figura 2. Pb-7758-1. Coordenadas 9x95.9.

Espora monolete heteroverrugada. Verrugas de 2 a 2.4 μ de diámetro distribuidas heterogéneamente. Exina de 4.8 μ de espesor. Eje ecuatorial mayor varía de 54 a 60 μ , eje ecuatorial menor de 14 a 40 μ . Se observa un patrón rugulado. Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: Con la familia Polypodiaceae.

Ocurrencia: En China, las esporas monolete similares a las Polypodiaceae se han encontrado en conjuntos de polen-esporas para el Jurásico Medio y Tardío de Fuxi, también en el Cretácico Tardío de la Formación Muling de Jixi en el noreste de China y en muchas Formaciones de dicho país donde la familia pertenece a depósitos Cuaternarios (Zhang, 1990). *Polypodiidites* se distribuye en Europa desde el Cretácico Tardío al Terciario. Las esporas monoletes son raras en el Mesozoico, pero las esporas relacionadas a las Polypodiaceae están ampliamente distribuidas en estratos Cenozoicos. En México el género es abundante en el Terciario, está reportado en el oligo-mioceno de Chiapas (Biaggi, 1978). La familia Polypodiaceae está reportada para la parte superior de Eoceno Temprano y hasta el Eoceno Medio de la cuenca de Burgos en el noreste del país (Martínez-Hernández *et al.*, 1980 y Palacios-Chávez y Rzedowski (1993) para el Mioceno inferior de Chiapas.

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Género *Polypodiisporites* Khlonova 1961.

Polypodiisporites sp. 1. Pb-8008-1. Coordenadas 24.1x103.1.

Espora monoete areolada. Reticulo negativo dado por verrugas poligonales de 4.8 μ de ancho en promedio. Exina 3.2 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 50.4 μ , eje ecuatorial menor 37.6 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: Forma género con el que se describe esporas con verrugas poligonales y que forman ornamentación areolada; relacionada con la familia Polypodiaceae, aunque es posible que pudiera pertenecer a otras familias.

Ocurrencia: El género es reportado por R. Potonié (1931, 1934) para el Mioceno (Zhang, 1990).

Taxa parataxonómicos

Género *Bacumonoletes* van der Hammen 1954 ex Mathur 1966.

***Bacumonoletes* sp.** Pb-7758-5.

Espora monoete baculada (prolongaciones a manera de una exina intectada) que forman un patrón reticulado. Exina de 4.8 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 47.2 μ , eje ecuatorial menor 36.8 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: No se conoce.

Ocurrencia: No se conoce.

Género *Foveomonoletes* van der Hammen 1954 ex Mathur 1966.

***Foveomonoletes* sp.** Pb-7756-3 Coordenadas 19.5x89.1.

Espora monoete perforada. Las foveolas son circulares y son menores de 0.8 μ de diámetro. Exina de 3.2 μ de grosor, se le observan tres capas. Abertura con margo delgado de 16 μ de largo. Eje ecuatorial mayor 40 μ , eje ecuatorial menor 26.4 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: La afinidad no se conoce de manera precisa; una forma similar a *Foveomonoletes* es el género *Punctatosporites* Krutzsch in Kedves 1961 (*In: Jansonius & Hills, 1976*).

Ocurrencia: El género *Foveomonoletes* está registrado en la India y probablemente su edad es Paleocénica (Krutzsch 1963, *In: Jansonius & Hills, 1976*).

Género *Retrimonoletes* van der Hammen, 1954.

***Retrimonoletes* sp. 1.** Lámina 1. Figura 1. Pb- 7758-5. Coordenadas 13x108.5.

Espora monolete microrreticulada homobrocada. La abertura mide 28 μ . Eje ecuatorial mayor 46.4 μ , eje ecuatorial menor 36 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Zacapala.

***Retrimonoletes* sp. 2.** Pb-7756-3. Coordenadas 10.9x89.9.

Espora monolete reticulada, homobrocada; lúmenes hexagonales de aproximadamente 2.4 μ de diámetro. Eje ecuatorial mayor 51.2 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

***Retrimonoletes* sp. 3.** Pb-7757-1. Coordenadas 11x82.6.

Espora monolete reticulada, homobrocada; lúmenes de 2.4 μ de diámetro. Exina de 1.6 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 40 μ , eje ecuatorial menor 28.8 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

***Retrimonoletes* sp. 4.** Lámina 1. Figura 1. Pb-7758-5. Coordenadas 13x108.5.

Espora monolete reticulada, homobrocada; lúmenes de 2.4 a 3.2 μ de diámetro. Exina de 4 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor varía de 60 a 64 μ ; eje ecuatorial menor, de 46.4 a 54.4 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Indeterminada.

Ocurrencia: No se conoce.

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

ESPORAS TRILETE

Familia Anthocerotaceae

Género *Anthocerisporis* Krutzsch 1963.

Anthocerisporis sp. 1. Pb-7756-4. Coordenadas 11x96.1.

Espora trilete reticulada. Homobrocada. Lúmenes de 3.2 a 5.6 μ de diámetro y foveolas de 0.4 μ de diámetro, se encuentran en medio de los lúmenes. Se observan algunas fisuras. Exina de 1.6 μ de grosor. Forma de la espora circular en vista proximal. El diámetro varía de 53 a 69.6 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Anthocerisporis sp. 2. Pb-7757-1. Coordenadas 10.3x99.5.

Espora trilete reticulada. Homobrocada. Lúmenes de 3.2 a 5.6 μ de diámetro y foveolas de 0.4 μ de diámetro, se encuentran en los lúmenes. Se observan algunas fisuras. Exina de 1.6 μ de grosor. Forma de la espora circular en vista proximal. Diámetro 80 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Anthocerisporis sp. 3. Pb-7756-4. Coordenadas 22.3x92.9.

Espora trilete reticulada heterobrocada, intercalar; los lúmenes miden de 4 a 5.6 μ de diámetro, de forma irregular; están separadas por lúmenes muy pequeños como foveolas, se observan algunas fisuras. La exina mide 1.6 μ de grosor. Mónade, heteropolar, radial. 46.4 μ de diámetro, no se observa bien la forma de la espora.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Anthoceros*.

Ocurrencia: Existen reportes para el Mioceno de Europa (Kruttsch, 1967) y para el oligomioceno de Alemania (Jansonius & Hills, 1976).

Familia Lycopodiaceae

Género *Lycopodiumsporites* Thiergart 1938 ex Delcourt & Sprumont 1955.

***Lycopodiumsporites* sp. 1.** Pb-7757-2. Coordenadas 24.3x89.

Espora trilete reticulada. Lúmenes de 1 μ de diámetro aproximadamente. Exina de 0.8 μ de grosor. Forma triangular, lados convexos. La abertura se extiende hasta la zona ecuatorial. Mónade, heteropolar, radial. De 24 μ de diámetro.

Localidad: Puente Atoyac.

***Lycopodiumsporites* sp. 2.** Pb-7756-2. Coordenadas 19.7x92.

Espora trilete reticulada, ornamentación dada por areolas. La abertura llega hasta el ecuador. Presenta margo muy engrosado de por lo menos 3.2 μ de ancho. Forma triangular, lados convexos. Presenta 3 capas. Mónade, heteropolar, radial. Espora de 28.8 μ de diámetro.

Localidad: Puente Atoyac.

***Lycopodiumsporites* sp. 3.** Pb-7756-4. Coordenadas 21.6x81.46.

Espora trilete reticulada, lúmenes poligonales de 1.6 a 2.4 μ de diámetro aproximadamente. Forma triangular, lados convexos. Diámetro de 32 a 36 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Lycopodiumsporites* sp. 4.** Pb-7756-1. Cordenadas 6.9x103.

Espora trilete reticulada, se observan 6 lúmenes pentagonales de 4 μ de diámetro sobre la cara distal. La exina presenta dos capas delgadas, difíciles de medir. Color anaranjado.

Forma esferoidal. Diámetro 20 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Lycopodiumsporites sp. 5. Pb-8001-1. Coordenadas 22.3x90.

Espora trilete reticulada, lúmenes poligonales de 4.8 μ . Diámetro de 48.8 a 58.4 μ . Forma triangular lados convexos en vista polar proximal. Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Zacapala.

Lycopodiumsporites sp. 6. Pb-7757-5. Coordenadas 25.4x97.3.

Espora trilete reticulada, lúmenes de 16 μ de diámetro aproximadamente. Forma triangular, lados convexos. Diámetro 57.6 por 61.6 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Lycopodiumsporites sp. 7. Lámina 1. Figura 3. Pb-7757-2. Coordenadas 5x94.

Espora trilete heterorreticulada, lúmenes de 5 a 8.8 y de 8 a 10.4 μ de diámetro aproximadamente. Diámetro 60x64 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Lycopodiumsporites sp. 8. Pb-7756-4. Coordenadas 19.3x92.8.

Espora trilete heterorreticulada, una de los lúmenes más pequeños miden 14 μ de diámetro y los más grandes aproximadamente 35 μ . Los lúmenes son de ovalados a rectangulares (lados convexos) y están distribuidos heterogéneamente sobre el grano visto del lado distal. La exina mide 8 μ de grosor. Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Lycopodiumsporites sp. 9. Pb-7757-2. Coordenadas 22.1x81.1.

Espora trilete heterorreticulada, lúmenes de 2.4 a 3.2 μ de diámetro, muri de 0.8 μ . Forma triangular, lados convexos. Mónade, heteropolar, radial. Diámetro de 55.2 a 84.8 μ .

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Lycopodium* sp.

Ocurrencia: Las esporas fósiles de ésta familia aparecen primero en el período Carbonífero Temprano y se encuentran hasta nuestros días. Las esporas de la familia Lycopodiaceae han sido encontradas en conjuntos de polen-esporas del Jurásico Medio en Mongolia, en sedimentos del Jurásico Temprano en Tieling, China; en el Cretácico Temprano de varios afloramientos en China. En conjuntos del Terciario Temprano en varias regiones de dicho país (Zhang, 1990). La familia ha sido reportada en las Formaciones Delmar y Mission Valley en San Diego, California, EUA (Eoceno Temprano Medio-Eoceno Medio, respectivamente) (Frederiksen, 1983). Se encuentra representada en la Formación Naheola del Paleoceno Tardío, Alabama EUA, Srivastava (1972). En México, el género *Lycopodium* sp. se encuentra reportado para el oligo-mioceno de Chiapas Biaggi (1978); y para el Mioceno de Pichucalco, Chiapas (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Cyatheaceae

Género aff. *Cnemidaria*. Pb-7756-4. Coordenadas 19.3x92.8.

Espora trilete con foveas de diferentes diámetros, de 14 μ las más pequeñas a 35 μ las más grandes. Exina de 8 μ de grosor. Forma triangular, lados convexos en vista polar proximal. Mónade, heteropolar, radial. 92 μ de diámetro.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el Género *Cnemidaria* de la familia Cyatheaceae.

Ocurrencia: Se reporta para el oligo-mioceno de Chiapas, México (Biaggi, 1978).

aff. *Shaeropteris*. Pb-7756-4. Coordenadas 10.1x87.7.

Espora trilete verrugada. La abertura no llega hasta el ecuador. Algunas verrugas se ven completamente sólidas y otras presentan perforaciones una o dos (las verrugas tienen forma principalmente circular, aunque también existen elipsoidales o cuadradas). Exina de 1.6 a 2.4 μ de grosor. Mónade, heteropolar, radial. 28 μ de diámetro.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Shaeropteris* de la familia Cyatheaceae.

Ocurrencia: Se reporta en oligo-mioceno de Chiapas, México (Biaggi, 1978).

Familia Gleicheniaceae

Género *Deltoidospora* Miner 1935 emend. Potonié 1956.

Deltoidospora sp. 1. Pb-7756-4. Coordenadas 22.4x87.4.

Espora trilete psilada. Exina de 0.8 μ de grosor. La abertura presenta un margo delgado, no llega al ecuador. Forma triangular con lados convexos. Diámetro de 20.8 a 38.4 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Deltoidospora sp. 2. Lámina 1. Figura.4. Pb-7756-1. Coordenadas 21x109.4.

Espora trilete psilada. Exina de 0.8 μ de grosor. La abertura presenta un margo delgado, no llega al ecuador. Forma triangular con lados convexos. Diámetro de 38.4 μ a 81,6 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Miner (1935) propone el género *Deltoidospora* para acomodar esporas deltoides y subdeltoides asociadas con helechos como *Cladophlebis*, *Laccopteris* y *Gleichenites*. Pero las esporas deltoides del Mesozoico muestran afinidad cercana con esporas de familias recientes de helechos, como Cyatheaceae, Polypodiaceae y Gleicheniaceae, pero no puede ser asignada con certeza.

Ocurrencia: Género encontrado en el Cretácico de EUA es similar a *Cyathidites* Couper 1953, pero en éstas últimas, los lados de las esporas son rectos o casi rectos. *Deltoidospora* se encuentra presente en la Formación Olmos del Maestrichtiano de México. El género *Deltoidospora* ha sido descrito del Eoceno Temprano Medio a Eoceno Medio de San Diego California, EUA y se reporta para el Eoceno-Oligoceno, en las Formaciones Delmar, Ardath Shale y Mission Valley.

Familia Pteridaceae

Género *Leptolepidites* Couper 1953.

***Leptolepidites* sp. 1.** Pb-7758-3. Coordenadas 19.1x97.9.

Espora trilete verrugada. La abertura no llega hasta el ecuador. Verrugas de unas 3 μ de diámetro. Presencia de margo psilado de aproximadamente 1 μ de grosor. Las verrugas son circulares, se encuentran muy separadas entre sí aproximadamente 4 μ . Exina de 1 μ de grosor. Forma de la espora triangular lados convexos (vista proximal). Mónade, heteropolar, radial. 28 μ de diámetro.

Localidad: Puente Atoyac.

***Leptolepidites* sp. 2.** Lámina 1. Figura 6. Pb-7756-1. Coordenadas 5.8x96.9.

Espora trilete verrugada. La abertura se extiende hasta el ecuador. Verrugas de 2.4 μ de alto por 2.4 μ de ancho. Exina aproximadamente 3 μ de ancho. Forma circular (vista proximal). Mónade, heteropolar, radial. 32 μ de diámetro.

Localidad: Puente Atoyac.

***Leptolepidites* sp. 3.** Pb-7757-2. Coordenadas 15.5x94.1.

Espora trilete heteroverrugada. Verrugas de 1, 2.4, 1.6 y 4 μ de diámetro; distribuidas heterogéneamente, se observan en la cara distal. La abertura se extiende hasta el ecuador. Exina de 3.2 μ . Forma triangular lados convexos (vista distal). Mónade, heteropolar, radial. De 29.6 μ de diámetro.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género fósil *Leptolepidites* tiene afinidad con Pteridaceae (Zhang, 1990). También, se ha relacionado con la familia Dennstaedtiaceae (Couper 1953), Lindsaeaceae y Plagiogyriaceae.

Ocurrencia: Género reportado para el Terciario Temprano de la provincia de Qingjiang, Jiangxi; China (Zhang, 1990).

Familia Selaginellaceae

Género Echinatisporis Krutzsch 1959.

Echinatisporis sp. 1. Lámina 1. Figura 7. Pb-7756-1. Coordenadas 18.9x96.9.

Espora trilete equinada. La abertura llega al ecuador, presenta margo psilado muy delgado. Espinas sólidas de 4.8 μ de base y 4.8 μ de largo. Distancia entre espinas, aproximadamente 8 μ . Exina de 5.6 μ de grosor. Forma circular (vista proximal); 56 μ de diámetro. Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Echinatisporis sp. 2. Pb-7756-3. Coordenadas 20x86.9.

Espora trilete equinada. Espinas sólidas de 1 μ de base por 3.2 μ de altura; sólo se encuentran engrosadas en la base. Se observa muy bien un margo psilado grueso que rodea a la abertura. Exina de 4 μ de grosor. Mónade, heteropolar, radial. 38.4 μ de diámetro.

Afinidad: Con la familia Selaginellaceae.

Ocurrencia: Género registrado para el Eoceno y Oligoceno (Zhang, 1990). En Europa se ha registrado *Echinatisporis* durante el Terciario (Krutzsch, 1967). Se ha reportado también en diferentes localidades de México; para el Cretácico Superior de Coahuila (Martínez-Hernández *et al.*, 1980); y para el Mioceno inferior de Pichucalco, Chiapas, la reportan, (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993).

Género Lusatisporis Krutzsch 1963.

Lusatisporis sp. 1. Pb-7756-2. Coordenadas 16.9x101.9.

Espora trilete. Presenta perisporio esponjoso de 9.2 a 10.4 μ de grosor. La abertura se extiende hasta la zona ecuatorial. Forma triangular en vista proximal, lados convexos. Diámetro de 28 a 36.6 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Lusatisporis sp. 2. Pb-7756-5. Coordenadas 25.1x90.1.

Espora trilete. Presenta perisporio esponjoso de 9.2 a 10.4 μ de grosor. La abertura se

extiende hasta la zona ecuatorial. Forma triangular en vista proximal, lados convexos. Diámetro 49.6 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Selaginella*.

Ocurrencia: Esporas fósiles han sido descubiertas en el Carbonífero de Alemania, Bélgica, Inglaterra y Francia, en el Triásico de Groenlandia y en el Cretácico de Inglaterra. *Selaginella* se ha encontrado desde el Carbonífero hasta el presente (Zhang *et. al.*, 1990). También numerosas especies del *Selaginella* están reportadas para el Cretácico Tardío (Cenomaniano-Turoniano) de Siberia, Rusia (Khlonova, 1960; *In: Catalog of fossil spores and pollen*). El género *Lusatisporis* se encuentra reportado para el Cretácico Superior de la cuenca carbonífera de Fuentes-Río Escondido, Coahuila (Martínez-Hernández *et al.* 1980). *Selaginella* ha sido reportada para depósitos del Caribe en el Oligoceno de Puerto Rico Graham & Jarzen (1969) en el Plioceno Medio de Veracruz, México (Graham 1976, 1985). Krutzsch (1963) lo encuentra en las cuencas Terciarias de Europa. En México Biaggi, 1978, reporta el género para el oligo-mioceno de Chiapas. Abundantes microsporas han sido encontradas en depósitos de la última glaciación en Europa.

GIMNOSPERMAS

Familia Cycadaceae

Género *Cycadopites* Wodehouse 1933 ex Wilson & Webster 1946.

Cycadopites sp. 1. Pb-7756-1. Coordenadas 12.5x7.2.

Monosulcado. Tectado, psilado, presencia de margo. Mónade, heteropolar, bilateral. De 13.6 a 22.4 μ de eje ecuatorial mayor, de 6.4 a 18.4 μ de eje ecuatorial menor.

Localidad: Puente Atoyac.

Cycadopites sp. 2. Pb-7756-4. Coordenadas 9.7x9.8.

Monosulcado. Tectado, psilado, presencia de margo. Mónade, heteropolar, bilateral. Varía de 23.2 a 26.4 μ de eje ecuatorial mayor y de 19 a 28.8 μ de eje ecuatorial menor.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: El género *Cycadopites* está relacionado con el orden Cycadales o Bennettitales.

Ocurrencia: Las cícadas fósiles (macrorrestos) se reconocen desde períodos tan remotos como el Pérmico Temprano y posiblemente desde el Carbonífero Superior (Cronquist, 1980). El polen, es común en el Jurásico y Cretácico del grupo Mannville (Singh, 1964).

Familia Ephedraceae

Género *Ephedripites* Bolkhovitina 1953 ex Potonié 1958.

***Ephedripites* sp. 1.** Pb-7757-1. Coordenadas 20x96.1.

Poliplicado suturas están en zig-zag, miden más o menos 1 μ de grosor; la distancia con la que se encuentran separadas las suturas es de aproximadamente 1.6 μ . Tectado, psilado. Por definición, su forma es perprolato. El eje polar varía de 30.4 a 44 μ mientras, el eje ecuatorial varía de 14.4 a 24 μ . En este grupo los granos sólo presentan 7 suturas y se observan 5 costillas. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Ephedripites* sp. 2.** Lámina 1. Figura 8. Pb-8008-3. Coordenadas 10.6x110.7.

Poliplicado suturas están en zig-zag, miden más o menos 1 μ de grosor; la distancia con la que se encuentran separadas las suturas es de aproximadamente 1.6 μ . Tectado, psilado. Por definición, su forma es perprolato. Eje polar de 44 a 52 μ , eje ecuatorial de 21.6 a 34 μ . En este grupo pueden presentar 7 o 12 suturas, se observan de 5 a 11 costillas. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Ephedripites* sp. 3.** Pb-8001-3. Coordenadas 8.3x97.1.

Poliplicado suturas están en zig-zag, miden más o menos 1 μ de grosor; la distancia con la que se encuentran separadas las suturas es de aproximadamente 1.6 μ . Tectado, psilado. Por definición, su forma es perprolato. Eje polar de 52 a 74 μ , eje ecuatorial de 31 a 32 μ . En

este grupo también pueden presentar 7 o 12 suturas, se observan de 5 a 11 costillas. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: *Ephedra* L.

Ocurrencia: Se ha registrado desde el Jurásico hasta el Reciente. En la Formación Bashi (este de Alabama), edad Eoceno Temprano. Ha sido reportada para el Eoceno Tardío en Mississippi y Alabama. (Frederiksen, 1980a). También para la parte más tardía del Eoceno Medio al Oligoceno Temprano (Frederiksen, 1980). En México el género se encuentra reportado en el Eoceno de Tepexi de Rodríguez por Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1996, 1999). Las efédras son abundantes en Oligoceno de la península de Baja California (*In:* Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996). El género *Ephedripites* se encuentra registrado para el Mioceno de Chiapas (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993).

Familia Pinaceae

Género *Piceapollenites* Potonié, 1931.

Piceapollenites sp. Lámina 1. Figura 9. Pb-7758-3. Coordenadas 12.8x100.1.

Monosulcado. Presenta dos sacos aéreos. No presenta constricción entre el cuerpo central y cada uno de los sacos aéreos. La ornamentación del cuerpo central (donde se encuentra la abertura) es parecida a de la de los sacos aéreos.

Afinidad: Con el género *Picea* (Kruttsch 1971, Frederiksen, 1983).

Ocurrencia: En el Albiano Medio (Cretácico Temprano) es muy rara (Singh, 1964. Según Emberger, 1968). Aunque la mayoría de los restos fósiles que se atribuyen al género *Picea*, son reconocidos después del Cretácico Superior. El género *Picea* está reportado para el Paleoceno de la Formación Fort Union en el sur de Dakota, EUA (Stanley, E. 1965; *In:* Catalog of fossil spores and pollen). En México se encuentra reportado para el Eoceno de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999) y, para el Mioceno de Chiapas (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993). En Europa y Asia oriental se conocen depósitos en el Oligoceno y en el Plioceno de Alemania del Sur.

Género *Pinuspollenites* Raatz ex R. Potonié, 1958.

Pinuspollenites sp. Lámina 1. Figura 10. Pb-7756-5. Coordenadas 18x116.2.

Monosulcado. Presenta dos sacos aéreos. Se caracterizan por presentar una constricción entre el cuerpo central y los sacos aéreos. La ornamentación del cuerpo central (donde se encuentra la abertura) difiere de la de los sacos aéreos.

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Pinus*.

Ocurrencia: Se sabe que los restos más antiguos son del Cretácico Temprano de Bélgica y del Cretácico Tardío del centro y oriente de EUA, el centro de Europa y de Japón. También el género se ha reportado para el Cretácico Tardío (Maestrichtiano) de la Formación Hell Creek, en el sur de Dakota EUA (Stanley, 1965; *In*: Catalog of fossil spores and pollen). En el Paleoceno de Groenlandia, Estados Unidos (noroeste), Europa occidental y central, sureste de Siberia. Restos Oligocenos en EUA, en Europa y el occidente de Siberia. En el Mioceno de EUA (suroeste), en el sur de Europa, en Ucrania y Japón. En México el género se encuentra reportado para el Terciario en el Eoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999). Biaggi (1978) lo reporta para el oligo-mioceno de Chiapas, mientras que (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993) lo reportan para el Mioceno de Pichucalco, Chiapas; también se conoce para el Terciario de Veracruz, (Graham, 1976). En el Plioceno los pinos son abundantes en Europa, EUA y Japón. (Emberger, 1968).

Familia Taxodiaceae

Género *Taxodiaceapollenites* Potonié 1958.

Taxodiaceapollenites sp. 1. Lámina 1. Figura 11. Pb-7758-1. Coordenadas 8.7x100.7.

Inaperturado. Exina 1 μ de grosor. Tectado microverrugado, verrugas circulares menores de 0.8 μ . El diámetro de 20 a 28 μ . Forma esferoidal. Mónade, apolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Taxodiaceapollenites sp. 2. Pb-7756-2. Coordenadas 19.8x90.5.

Inaperturado. Exina 1 μ de grosor. Tectado microverrugado, verrugas circulares menores de 0.8 μ . El diámetro de 36-41 μ . Forma esferoidal. Mónade, apolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Taxodium*, *Cupressus*, *Juniperus*.

Ocurrencia: Los fósiles son reconocidos en un gran número de depósitos. A partir del Eoceno los reportes son abundantes en Eurasia y América del Norte (Emberger, 1968). En México *Taxodium* se encuentra reportado para el Mioceno de Chiapas (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993).

ANGIOSPERMAS

(DICOTILEDÓNEAS)

Familia Aceraceae

Género *Striatricolpites* (van der Hammen) González Guzmán 1967.

Striatricolpites sp. 1. Lámina 2. Figura 11. Pb-8008-3. Coordenadas 18.4x105.

Tricolpado. Exina aproximadamente 1.6 μ de grosor. Subtectado estriado a reticulado, los lúmenes miden 0.8 μ de diámetro (en general, se ve reticulado con algunas zonas estriadas); diámetro de área polar 10 μ . Eje ecuatorial 35.2 μ .

Localidad: Zacapala.

Striatricolpites sp. 2. Pb-7756-3. Coordenadas 19.8x81.9.

Tricolpado. Exina 0.6 μ de grosor. Subtectado, reticulado-estriado. Las estrías se encuentran paralelas al eje polar del grano y los lúmenes se ven alargados en la misma dirección. Eje polar de 20 a 22.4 μ , eje ecuatorial de 13.6 a 19.2 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial. (En vista ecuatorial).

Localidad: Puente Atoyac.

***Striatricolpites* sp. 3.** Pb-7758-4. Coordenadas 5.6x94.7.

Tricolpado o tetracolpado. Colpos cortos (Brevicolpado). Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, rugulado-estriado. Las estrías están dirigidas más o menos en dirección polar. Eje polar 20 μ , eje ecuatorial 20 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: El grano de polen morfológicamente puede ser relacionado con el género *Acer* (Aceraceae); (van der Hammen, 1956).

Ocurrencia: Los reportes más antiguos del género *Acer*, corresponden al Maestrichtiano, se reporta para Canadá del Maestrichtiano al Eoceno (Muller, 1981).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Annonaceae

aff. *Annonaceae* sp. 1. Pb-7756-1. Coordenadas 12x97.2.

Inaperturado. Exina 0.8 μ de grosor. Intectado, patrón reticulado a frustillado dado por las columelas. Diámetro 20 μ . Mónade, apolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

aff. *Annonaceae* sp. 2. Pb-7756-4. Coordenadas 12.1x96.7.

Inaperturado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, heterobrocado intercalar. Diámetro 30.4 μ . Mónade, apolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con la familia Annonaceae.

Ocurrencia: Familia reportada en México para el Mioceno de Chiapas (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993).

Familia Asteraceae

Género *Compositoipollenites* R. Potonié 1960.

***Compositoipollenites* sp. 1.** Pb-8001-2. Coordenadas 9.7x85.9.

Tricolporado. Endoabertura lalongada. Grano tectado, equinado. Espinas de 5.6 μ de alto por 5.6 μ de base. Espinas romas separadas entre sí de 4 a 4.8 μ . Presenta doble pared. Patrón reticulado-estriado, dado por las báculas. Eje polar 45.6 μ , eje ecuatorial 40 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Compositoipollenites* sp. 2.** Pb-7756-4. Coordenadas 24.6x92.9.

Tricolporado. Endoaberturas en forma de poro de 2.4 μ de diámetro. Exina de 3.2 μ de grosor. Tectado, equinado. Espinas con punta sólida de 0.8 μ de largo y la base es columelar de aproximadamente 1 μ , separadas entre sí de 4 a 4.8 μ . Se observan muy bien las columelas. Eje polar 18.4 μ , eje ecuatorial 20 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Compositoipollenites* sp. 3.** Pb-8001-2. Coordenadas 8.7x85.9.

Tricolporado. Endoaberturas lalongadas no se distinguen muy bien. Exina mide 4.8 μ de grosor. Tectado, equinado. Espinas sólidas de 3.2 μ de alto por 4.8 μ de base, las espinas están separadas entre sí de 4 a 4.8 μ . La sexina mide unas 4 μ , mientras la nexina sólo 0.8 μ . En los polos la exina es ligeramente más delgada que en el ecuador. Patrón reticulado estriado dado por las columelas que están muy delgadas. Eje polar 45.6 μ , eje ecuatorial 40 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Compositoipollenites* sp. 4.** Pb-7756-1. Coordenadas 6.9x103.2.

Tricolporado. Colpo de 16 μ de longitud. Exina 2.4 μ de grosor. Tectado, supraequinado. Espinas de 2.4 μ de longitud, sólidas; distancia entre espinas 2.4 μ . Se observa bien la estructura columelar. Eje polar 19.2 μ , eje ecuatorial 16.8 μ ; forma subprolato. Mónade,

isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Compositoipollenites* sp. 5.** Pb-8001-3. Coordenadas 7.6x98.5.

Tricolporado. Ectoaberturas con margo. Exina de 2.4 μ de grosor. Tectado, microequinado, espinas de 0.8 μ de longitud. Eje polar 31.2, eje ecuatorial 15.2 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Compositoipollenites* sp. 6.** Pb-7757-1. Coordenadas 9.6x82.5.

Tricolporado. Endoaberturas lalongadas de 16 μ . La exina es más gruesa en la parte ecuatorial 4.8 μ y se va haciendo más delgada hacia los polos donde el grosor es de 2.4 a 1.6 μ . Tectado microequinado presenta patrón foveolado, se observan columelas. Espinas de 0.8 μ de alto aproximadamente, sólidas. Separación entre espinas 3.2 μ . Eje polar 36 μ , eje ecuatorial 31.2 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Compositoipollenites* sp. 7.** Lámina 1. Figura 13. Pb-7756-3. Coordenadas 11.2x101.5.

Tricolporado. Endoabertura lalongada, difícil de medir. Exina 4 μ de grosor; columelas de 3.2 μ de alto, se distinguen muy bien. Tectado, microequinado y foveolado. Espinas de 0.8 μ de largo aproximadamente. Eje polar 27 μ , eje ecuatorial 25 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Compositoipollenites* sp. 8.** Pb-7756-5. Coordenadas 12.2x87.1.

Tricolporado. Exina 1 μ de grosor. Tectado, supra microequinado. Espinas sólidas de 0.8 μ de alto. Eje polar 16.8 μ , eje ecuatorial 17.8 μ , Forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Compositoipollenites* sp. 9.** Pb-7758-3. Coordenadas 14x97.9.

Grano tricolporado. Tectado, equinado. Espinas formadas por columelas alargadas, tectum delgado; se forma un patrón rugulado frustillado. Eje polar 24 μ , eje ecuatorial 28.8 μ ; forma subprolato.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con la familia Asteraceae.

Ocurrencia: Los registros de polen fósil de muchos lugares del mundo colocan a las compuestas al final del Oligoceno Cronquist (1981). Sin embargo, existe el reporte de compuestas para Paleoceno Tardío-Eoceno Tardío en el grupo Messel de Alemania (Thomson & Pflug 1953; Krutzsch 1957, 1961; Pflug 1957; Kedves 1970a; *In:* Thiele-Pfeiffer, 1989). Es importante resaltar que Cross y Martínez-Hernández (1980) reportan que las Formaciones Paleocénicas de Baja California contienen granos de polen pertenecientes a las compuestas (*In:* Muller, 1981; Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996).

Frederiksen, 1989 reporta algunos granos semejantes a compuestas como géneros tricolpados a tricolporados, en las Formaciones Gaviota (Eoceno Tardío) y Sacata (Eoceno Medio Tardío-Eoceno Tardío Temprano) ambas en Santa Barbara California, EUA. Graham (1987) reporta la familia para el oligo-mioceno de Costa Rica. En el oligo-mioceno del grupo Simojovel, Chiapas; México (Langenheim *et al.*, 1967); para la Formación Méndez (Mioceno Temprano-Medio) (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993) y para la Formación Ixtapa del Mioceno Medio-Tardío (Martínez-Hernández 1992 *In:* Graham 1996). Graham (1996) afirma que en América Latina, las primeras compuestas se encontraron en las Formaciones Culebra y Cucaracha (Panamá) y Uscari (Costa Rica) las tres de edad Mioceno Temprano.

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Aquifoliaceae

Género *Hexpollenites* Thiergart 1937 ex R. Potonié 1960.

Hexpollenites sp. 1. Lámina 1. Figura 17. Pb-7758-3. Coordenadas 3x105.4.

Tricolpado. Exina 1.2 μ de grosor. Intectado, retibaculado. Eje ecuatorial de 14.4 a 24 μ en

vista polar. Se pudo medir un grano en vista ecuatorial, el eje midió 16.8 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Los granos de polen fósiles son atribuidos al género *Ilex* L.

Ocurrencia: La familia hace su primera aparición en el Turoniano (Cretácico Tardío Temprano) en depósitos de Australia. Para el Coniaciano se han encontrado en África. Al comienzo del Terciario el tipo es cosmopolita (Hu 1967 *In*: Cronquist, 1981) considera que "La evolución de las líneas de la extensa familia, fueron establecidas en el Oligoceno". Se han encontrado granos de polen de *Ilex* en la Formación Lisbon, edad Eoceno Medio, Alabama, EUA. En la Formación Crocket del Eoceno Medio de Texas, EUA, Elsik (1974). El género se reporta también, para el Eoceno Temprano a Medio de la Cuenca de Burgos en Coahuila, México (Martínez-Hernández *et al.*, 1980) y para el oligo-mioceno de Chiapas Biaggi (1978).

Familia Bombacaceae

Género *Bombacidites* Couper 1960.

***Bombacidites* sp. 1.** Lámina 1. Figura 18. Pb-8008-1. Coordenadas 5.7x104.4.

Tricolpado; aberturas interangulares (en vista polar); del ecuador hacia el polo las aberturas mide 14.4 μ . Exina de 1 μ de grosor. Subtectado; reticulado, heterobrocado, los lúmenes más pequeños (0.8-1 μ) se encuentran en los vértices del grano triangular cuyas esquinas son redondeadas. El diámetro del área polar mide aproximadamente 12 μ y ahí se encuentran los lúmenes más grandes que miden aproximadamente 3.2 μ de diámetro. Grano de 56.8 μ de eje ecuatorial. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Bombacidites* sp. 2.** Pb-7757-4. Coordenadas 18.9x100.5.

Tricolpado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado reticulado heterobrocado a foveolado. En zona polar los lúmenes miden 3.2 μ de diámetro; disminuyendo de tamaño hacia los vértices

donde ya se puede hablar de microfoveolas menores de 0.5μ . Mide 58.4μ de eje ecuatorial. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Bombacaceae

Ocurrencia: El registro más antiguo de polen de la familia Bombacaceae es del Campaniano Temprano y Maestrichtiano de Nueva Jersey (Wolfe, 1975, 1976 *In*: Muller, 1981). Otros reportes son del Paleoceno de Nuevo México, Paleoceno Temprano y Superior de Carolina del Sur (Frederiksen, 1980b) y Alabama, Srivastava (1972), Paleoceno Superior de Virginia, Paleoceno de Texas y Tennessee (Elsik, 1968, Fairchild y Elsik, 1969), existen reportes que indican la presencia de polen de bombacáceas en Paleoceno de Sudamérica, Paleoceno-Eoceno de África y Eoceno de Australasia (Muller, 1981. *In*: Taylor, 1988). Los granos de dicha familia se han encontrado en el Eoceno Temprano de Colombia, (van der Hammen, 1956); en el Eoceno de Venezuela (Norem, 1955 *In*: Graham, 1969). Se reporta para el Paleoceno de Baja California y para Paleoceno-Eoceno de la Cuenca de Burgos en Coahuila, México (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999). Eoceno de Texas Elsik (1974), Eoceno Medio a Superior de Mississippi y Alabama (Frederiksen, 1980a) y Mississippi (Tchudy y van Loenen, 1970 *In*: Frederiksen, 1983). También se tiene referencia de las Bombacaceae durante el Oligoceno Tardío al Mioceno de Nueva Zelanda (Jansonius & Hills, 1976).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Boraginaceae

Género *Cordia*

***Cordia* sp.** Pb-7757-3. Coordenadas 16.4x82.8.

Tricolporado. Exina 1μ de grosor. Tectado, supramicroequinado; presenta patrón reticulado. Mónade, isopolar, radial. Eje polar 21.6μ , eje ecuatorial 18.4μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Cordia*.

Ocurrencia: El polen fósil que representa a la familia se presenta a partir del Oligoceno hasta el Reciente (Cronquist, 1981).

Familia Burseraceae

Género *Bursera*

Bursera sp. Pb- 7757-3. Coordenadas 16.4x82.8.

Brevitricolporado. Ectoaberturas con margo. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, estriado. Estrías paralelas al eje polar de aproximadamente 1 μ de grosor. Eje polar 20.6 μ , eje ecuatorial 17.6 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Bursera*.

Ocurrencia: En el registro fósil se encuentran frutos en el Paleogeno de Inglaterra, también algunos macrofósiles del oeste del Eoceno de EUA y se ha sugerido que el ámbar encontrado en el Eoceno de London Clay es de origen burseroide (Cronquist, 1981). En México la familia está reportada para el Eoceno de la región de Tepexi de Rodríguez (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999). Megafosiles de *Bursera* son reportados para el Oligoceno Temprano de Florissant en Colorado (MacGinitie, 1953; cf. McVaugh & Rzedowski, 1965). Graham, 1969 reporta el género para el Oligoceno de Puerto Rico.

Familia Buxaceae

Género *Erdtmanipollis* Krutzsch 1962.

Erdtmanipollis sp. Pb-7758-3. Coordenadas 21.7x79.4.

En este estudio se encontraron sólo fragmentos de granos de polen pertenecientes a este género; se reconoce por la presencia de patrón cróton.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Este polen fósil ha sido asignado a los géneros existentes *Pachysandra* Michx. y

Sarcococca Lindl. de la familia Buxaceae (Gray y Sohma, 1964).

Ocurrencia: El registro más Temprano del grupo *Sarcococa-Pachysandra* viene de la Formación Meeteetse y la parte Superior de Pierre Shale, ambos del Cretácico Tardío (Maestrichtiano) de Wyoming, EUA; estos registros parecen ser de *Sarcococa* o *Pachysandra* (pero no corresponden estrictamente a cualquiera de los dos géneros); existen también referencias de este polen en el Maestrichtiano de Canadá (Stanley, 1965; *In*: Srivastava, 1972). El polen de las Buxaceae aparece y es extremadamente abundante en el Paleoceno Tardío de las montañas Rocallosas, (Leopold & MacGinitie, 1972). En México el *Erdtmanipollis* se encuentra reportado en el Eoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999).

Familia Cactaceae

aff. Cactaceae Pb-7756-4. Coordenadas 19.1x98.2.

Brevitricolpado. Exina 1 μ de grosor. Tectado, equinado. Espinas de aproximadamente 1 μ de largo. Patrón reticulado-frustillado. Se observan muy bien las columelas. Diámetro del área polar grande. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con la familia actual del mismo nombre.

Familia Caesalpinaceae

Género *Caesalpiniaepollenites* Seness & Gruas-Cavagnetto 1990.

***Caesalpiniaepollenites* sp.** Pb-7756-4. Coordenadas 8.2x87.2.

Tricolporado. Presenta un área polar chica y se observa bien una de las aberturas. Exina 1 μ de grosor. Subtectado, reticulado, heterobrocado intercalar. Los lúmenes más grandes miden 1.6 μ y los lúmenes pequeños son menores de 0.8 μ de diámetro. Presencia de membranas colpales. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Caesalpinia*.

Ocurrencia: Existen registros de la familia en el Paleoceno y las Caesalpinaceae, parecen ser las más antiguas de las leguminosas (Cronquist, 1981). En México la familia Caesalpinaceae se encuentra reportada para el Eoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999).

Familia Chenopodiaceae-Amaranthaceae

Género *Chenopodipollis* Krutzsch 1966.

Chenopodipollis sp. 1. Lámina 1. Figura 19. Pb-7756-1. Coordenadas 7.3x92.1.

Periporado poros isodiamétricos anulados de 1.6 a 2.4 μ de diámetro. Con annulus de 1.6 μ de ancho. Exina de aproximadamente 1 μ de grosor. Tectado, psilado con patrón microrreticulado. Forma esferoidal. Mónade, apolar, radial. De 13 a 22 μ de diámetro.

Localidad: Puente Atoyac.

Chenopodipollis sp. 2. Pb-7756-4. Coordenadas 5.7x87.1.

Periporado poros isodiamétricos anulados de 1.6 a 2.4 μ de diámetro. Con annulus de 1.6 μ de grueso. Exina de aproximadamente 1 μ de grosor. Tectado, psilado con patrón microrreticulado. Forma esferoidal. Mónade, apolar, radial. Granos mayores de 23 μ de diámetro.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: El polen de estas dos familias es difícil de separar, esto hace necesario tratar a las dos familias Amaranthaceae y Chenopodiaceae en el grupo conocido como cheno-ams.

Ocurrencia: El polen referido a las Chenopodiaceae o Amaranthaceae data del Maestrichtiano, provee los fósiles más antiguos conocidos en las Caryophyllidae Cronquist (1981). En México la familia se reporta para el Eoceno de algunas secciones de Tepexi de Rodríguez y para el Oligoceno de la península de Baja California, son abundantes en dichos conjuntos polínicos (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999), durante el Eoceno de la cuenca de Burgos en el noreste del país (Martínez-Hernández *et al.*, 1980) y para el Mioceno de Chiapas (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993). Familia encontrada en

sedimentos del Mioceno Temprano de Panamá.

Familia *Eucommiaceae*

Género *Eucommiidites* Erdtman 1948 ex Potonié 1958.

Eucommiidites sp. Lámina 1. Figura 20. Pb-7758-3. Coordenadas 4.5x108.3.

Tricolpado a Tricolporoidado. Exina de 0.8 a 1 μ de grosor. Tectado psilado. Colpos con diferente longitud, con margos. Mónade, isopolar, radial. Forma subprolato a prolato; el eje polar puede ser de 18.4 a 28 μ y el eje ecuatorial de 13.6 a 20 μ aproximadamente.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Eucommia* que hoy día existe como relicto en China y, es el único representante viviente de un gran grupo de plantas que habita el hemisferio norte desde el Terciario Temprano.

Ocurrencia: Aunque los granos de polen de tipo *Eucommiidites* están reportados desde el Cretácico Temprano-Cenomaniano y en el oeste de Canadá desde el Albiano (Staplin *et al.*, 1967), el género comienza a ser común en el Eoceno (Krutzsch, 1970 *In*: Muller, 1981). Registrado para el Eoceno Medio de Wyoming y Eoceno Temprano del norte de Dakota. Durante el Eoceno y Oligoceno los reportes de *Eucommia* son más numerosos para Norte América que para el Viejo Mundo. En 1972 Leopold y Macginitie registran polen de *Eucommia* del Eoceno Temprano a Medio al Oligoceno en el centro de EUA. El género se encuentra en la Formación Lisbon, edad Eoceno Medio (Alabama y en el estado de Georgia EUA, Frederiksen, 1988). En Europa se registra en el Mioceno y Plioceno. En México sobre con base en el conjunto polínico y a los taxa de valor bioestratigráfico Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, (1996, 1999) dan una edad eocénica a la localidad Ahuehuetes donde el polen de *Eucommia* está bien representado. Se han encontrado frutos fósiles de *Eucommia* en la localidad Ahuehuetes de la Formación Pie de Vaca (Oligoceno), (Magallón-Puebla y Cevallos-Ferriz, 1994).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Euphorbiaceae

Género *Psilatricolpites* (van der Hammen 1956) van der Hammen & Wijmstra, 1964.

aff. *Psilatricolpites* Lámina 1. Figura 21. Pb-7757-4. Coordenadas 21.3x106.9.

Tricolpado presenta membranas colpales de 1.6 μ de ancho. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado microrreticulado; lúmenes de aproximadamente 0.4 μ de diámetro o menores. Eje ecuatorial de 18.4 a 19.2 μ . Diámetro de área polar muy pequeña.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Alchornea*.

Ocurrencia: Los microfósiles de *Alchornea* se han encontrado en Cretácico Tardío a Terciario de Guyana (Hammen & Wijmstra, 1964, como *Psilatricolporites operculatus*), en el Eoceno Temprano y Medio de Tibu, Colombia (González-Guzmán, 1967 *In*: Graham, 1969). En México el género está registrado para el Eoceno de la región de Tepexi de Rodríguez (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1999). Son comunes en la Formación San Sebastian (Oligoceno Temprano-Medio de Puerto Rico), en el oligo-mioceno de Chiapas Biaggi (1978). En el Plioceno Medio de la Formación Paraje Solo de Veracruz, México Graham (1976) y en depósitos Pleistocénicos del Salvador y Guatemala (Tsukada & Dervey, 1967).

Familia Fagaceae

Género *Cupuliferoideaepollenites* Potonié, Thomson & Thiergart 1950 ex Potonié 1960.

***Cupuliferoideaepollenites* sp. 1.** Pb-7757-1. Coordenadas 12.5x100.4.

Tricolpado. Presencia de margos. Exina 0.6 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje polar 13.6 μ eje ecuatorial 10.4 μ . Forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Cupuliferoideaepollenites* sp. 2.** Pb-7756-2. Coordenadas 9.9x87.3.

Tricolpado. Presencia de margos. Exina 0.6 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje polar 26.4 μ eje ecuatorial 18.4 μ . Forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Quizá Fagaceae (Quercoidea).

Ocurrencia: Rara en la Formación Mision Valley (Eoceno Medio, San Diego California, Frederiksen, 1983).

Género *Cupuliferoipollenites* Potonié, 1960.

Cupuliferoipollenites sp. Lámina 1. Figura 22. Pb-7756-4. Coordenadas 20.8x99.

Tricolporado. Ectoabertuas tan largas como el eje polar. Endoaberturas en forma de poro, de aproximadamente 2 μ de diámetro. Presencia de margos. Exina de 0.8 μ de grosor o un poco menor. Tectado, psilado. Eje polar de 15.2 a 20 μ , eje ecuatorial de 8.8 a 16 μ . Forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Los granos de este género probablemente fueron producidos por plantas zoofilas como las Leguminosae pero, si fueron producidos por plantas anemófilas como *Castanea* de la familia Fagaceae (Jansonius & Hills, 1976), los árboles debieron ser muy raros o tal vez vivieron muy lejos de los sitios de depósito (Frederiksen, 1983).

Ocurrencia: Estos granos de polen han sido encontrados en la Formación Delmar (Eoceno Temprano Medio) y Mision Valley (Eoceno Medio) ambas en San Diego, California, EUA, Eoceno de Alemania (Jansonius & Hills, 1976). En México se conocen del Eoceno de la cuenca de Burgos (en el noreste de México) Martínez-Hernández *et al.*, 1980.

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Género *Quercoidites* Potonié, Thompson & Thiergart 1950 ex Potonié 1960.

Quercoidites sp. 1. Pb-7756-4. Coordenadas 7x98.4.

Tricolpado o Tricolporoidado. Exina 0.8 a 1 μ de grosor. Tectado, microverrugado. Verrugas menores a 1 μ . La forma puede ser de subprolato a prolato. Eje polar de 12 a 16,

eje ecuatorial de 7.2 a 12.8 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Quercoidites* sp. 2.** Pb-7756-4. Coordenadas 23.4x98.2.

Tricolpado o Tricolporoidado. Exina 0.8 a 1 μ de grosor. Tectado, microverrugado. Verrugas menores a 1 μ . La forma puede ser de subprolato a prolato. Eje polar de 19 a 21.6 μ , eje ecuatorial de 9.6 a 17 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Quercoidites* sp. 3.** Lámina 1. Figura 23. Pb-7756-3. Coordenadas 13.4x101.3.

Tricolpado o Tricolporoidado. Exina 0.8 a 1 μ de grosor. Tectado, microverrugado. Verrugas menores a 1 μ . La forma puede ser de subprolato a prolato. Eje polar 24.8 a 40.8 μ ., eje ecuatorial de 16.8 a 28 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: Con *Quercus*.

Ocurrencia: El género *Quercus* se encuentra registrado para el límite Cretácico-Cenozoico en la cuenca Enisei River en Siberia, Rusia (Khlonova, 1960 *In: Catalog of fossil spores and pollen*). El género se encuentra registrado para el Eoceno de Tepexi de Rodríguez (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1999). *Quercus* se encuentra reportado en la flora del Eoceno Medio Temprano de Yellowstone- Absaroka, Wind River Basin, Wyoming, EUA (MacGinitie *et al.*, 1974). Elsik (1974) dice que *Quercus* es común en el grupo Claiborne y Jackson (Eoceno Medio y Eoceno Tardío, respectivamente) y que es más abundante a partir del Oligoceno del grupo Vicksburg. Toledo (1976) con base en estudios palinológicos de Palacios-Chávez, dice que el género se encontraba en México desde el Mioceno y posiblemente desde el Eoceno. Cronquist (1981) lo registra para el Mioceno Tardío en depósitos de Oregon (*In: González, 1988*), en el Mioceno de Alemania y en la Formación Claiborne (Eoceno Medio; Tennessee, EUA). En México se reporta para el oligo-mioceno de Chiapas Biaggi (1978). En el Mioceno del Golfo de México Martínez-Hernández *et al.*, (1980) indican que *Quercus* alcanza máximas frecuencias. En el Mio-Plioceno, los registros comienzan a ser más numerosos (Muller, 1981).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Gunneraceae

Género *Gunnerites* Cookson et Pike 1954.

Gunnerites sp. Pb- 7758-3. Coordenadas 78.9x11.6.

Tricolpado. Subtectado, estriado. Exina de 0.8 μ de grosor. Las estrias están dirigidas de manera ecuatorial o más bien, es como si corrieran en dirección del eje polar, pero con respecto a cada lóbulo del grano tricolpado. Área polar muy pequeña. Eje ecuatorial 44.8 μ . (En vista polar).

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Gunnera*.

Ocurrencia: El género *Gunnera* ha sido descrito como *Tricolpites reticulatus*. El polen que se considera representa al género *Gunnera* (*Retitricolpites microreticulatus*) data del Turoniano de Perú (Brenner, 1968; In: Muller, 1981) y para el Campaniano de Gabón. *Gunnera*, está registrado en el Campaniano Medio de Canadá, el Paleoceno del sureste de Asia y para el Cretácico de Nueva Zelanda (Muller, 1981). El género *Gunnera* se ha reconocido en el Eoceno de Tepexi de Rodríguez (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999).

Familia Hippocastanaceae

Género *Aesculiidites* Elsik 1968.

aff. *Aesculiidites* Lámina 1. Figura 24. Pb-7758-2. Coordenadas 15.2x105.8.

Tricolpado o tricolporado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, estriado. Estrias paralelas al eje polar. Eje polar 22.4 μ , eje ecuatorial 20 μ , forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Aesculus*.

Ocurrencia: En el Paleoceno-Eoceno del sureste de EUA (Elsik, 1974), en México *Aesculiidites* está reportado para el límite Paleoceno-Eoceno de la Cuenca de Burgos (Martínez-Hernández *et al.*, 1980), en el Mioceno de Idaho (EUA), (Smiley *et al.*, 1975; *In*: Muller, 1981). El género ha sido registrado para el Plioceno del noroeste de Europa (Menke, 1976 y Zagwijn, 1967; *In*: Muller, 1981).

Familia Juglandaceae

Género *Juglans* L.

Juglans sp. Pb-7756-1. Coordenadas 10x103.3.

Periporado. Se observan sólo 6 poros, 4 de ellos alineados como si estuvieran rodeando al ecuador, los poros se encuentran distribuidos de un solo lado del grano. Los poros miden de 3.2 a 4 μ de diámetro, son circulares y anulados, el annulus mide 1.6 μ de grosor (cada abertura en total mide 5.6 μ). Distancia entre cada poro 3.2 μ aproximadamente. Exina difícil de medir. Tectado, con nanoverrugas muy dispersas. Mónade, heteropolar, bilateral. El diámetro de los granos es de 19.2 a 24.8 μ .

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con *Juglans*.

Ocurrencia: De acuerdo al registro fósil la familia Juglandaceae hace su primera aparición en el Paleoceno Temprano o quizá en el Cretácico Superior Tardío. Para el final del Paleoceno, los granos de polen de *Carya*, *Juglans* y *Pterocarya* ya son reconocidos claramente Manchester (1987). Para el Eoceno Medio Leopold y Macginitie (1972) reportan la presencia de *Juglans* en las montañas Rocallosas. También, se encuentra reportado en la flora del Eoceno Medio Temprano de Yellowstone-Absaroka, Wind River Basin y Wyoming, EUA (MacGinitie *et al.*, 1974). En México se encuentra reportado el género *Juglans* en el Eoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999). Y para el oligo-mioceno de Chiapas (Biaggi, 1978).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Género *Momipites* (Wodehouse 1933) Nichols 1973.

Momipites sp. 1. Lámina 1. Figura 25. Pb-7756-1. Coordenadas 10.9x99.2.

Triporado, poros alineados en el ecuador, anulados, de 1.6 a 2.4 μ de diámetro, de forma circular o elíptica, se encuentran en cada vértice del grano triangular con lados convexos (en vista polar). Eje ecuatorial (de 17.6 a 24.8 μ). Exina 1 μ de grosor. Tectado, psilado. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Momipites sp. 2. Pb-7756-1. Coordenadas 16.1x86.1.

Triporado, poros ecuatoriales esquidistantes. Grano triangular con lados convexos en cada vértice del triángulo se encuentra un poro circular de aproximadamente 1.6 μ de diámetro. Exina 0.8 μ de grosor. Tectado psilado. En uno de los polos presenta un adelgazamiento como si se formara una sincolpia. Eje ecuatorial 20 μ .

Localidad: Puente Atoyac.

Momipites microcoryphaeus (Potonié) Thompson & Pflug 1953.

M. aff. microcoryphaeus. Lámina 1. Figura 26. Pb-7756-2. Coordenadas 18.1x98.1.

Triporado. Poros circulares, colocados equidistantemente sobre el ecuador. Exina 1 μ de grosor. Tectado, psilado. En uno de los polos, se observa un doblez en forma de triangular (lados convexos). La distancia entre cada poro es de 18.4 μ . En vista polar, triangular con lados convexos. Eje ecuatorial 22.4 μ . Mónade, isopolar radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Momipites triradiatus Nichols 1973.

M. aff. triradiatus. Lámina 2. Figura 1. Pb-7756-3. Coordenadas 19x94.2.

Triporado. Poros circulares anulados de 1.6 μ de diámetro. Distancia entre cada poro 17.6

μ . Exina 1 μ de grosor. Tectado, psilado; presenta un doblez en forma de Y cada uno de los brazos de este ornamento, apuntan directamente hacia un poro (a diferencia de *M. actinus* donde el adelgazamiento de la pared, no se dirige hacia los poros sino es interabertural). En vista polar, se observa una forma triangular con lados de rectos a convexos.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Cierta polen fósil (taxa de Juglandaceae) es asignado al género *Momipites* Wodehouse 1933, un órgano género que incluye especies aparentemente con afinidad a las Juglandáceas (Nichols, 1978) Esas especies fósiles exhiben características generales de polen de juglandáceas vivientes. *Momipites* está relacionado con los géneros actuales *Engelhardia-Oreomunnea-Alfaroa*. Los granos triporados de polen sugieren afinidades especialmente con las especies vivientes del grupo *Engelhardtia-Alfaroa*.

Ocurrencia: El género *Engelhardtiaipollenites* se conoce en el registro fósil también como *Momipites*, que incluye taxa de amplia distribución Laurásica durante el Terciario. *Momipites* ha estado presente desde el Cretácico, posteriormente aparecieron más especies en el Paleoceno en el Oeste de Norte América. El polen fósil de las Juglandaceae es común en el Terciario Temprano de Norte América y Europa (Manchester, 1989). Se ha registrado en la Formación Tallahatta al este de Mississippi, edad Eoceno Temprano (Frederiksen, 1988). Se han descrito restos micro y megafósiles de *Engelhardtia* del Eoceno, Oligoceno y Mioceno de numerosas localidades de los Estados Unidos, Alaska y Puerto Rico (Leopold y MacGinitie, 1972); así como de diferentes partes de Asia y Europa (Rzedowski y Palacios-Chávez, 1977). Se reporta para el Eoceno Temprano a Medio de la Cuenca de Burgos en Coahuila, México (Martínez-Hernández *et al.*, 1980), en el Eoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999) y, en el oligo-mioceno de Chiapas (Biaggi, 1978). (Fleming, F. Frederiksen y Chistopher, 1978; Frederiksen, 1980 *In*: Frederiksen, 1983) reportan *Momipites* del Cretácico Tardío al Oligoceno.

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Lamiaceae

Lamiaceae sp. 1. Lámina 2. Figura 2. Pb-7756-2. Coordenadas 5.6x96.4.

Estefanocolpado, 4 colpos. Exina 0.8 a 1 μ de grosor. Subtectado, microreticulado; se

observan columelas, lúmenes de 0.8μ de diámetro alargados en sentido del eje polar. Eje polar 36μ , eje ecuatorial 28μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Lamiaceae sp. 2. Lámina 2. Figura 3. Pb-7756-1. Coordenadas 14.7×96 .

Estefanocolpado, 7 colpos (en vista polar). Exina 0.8μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, lúmenes menores de 0.8μ ; heterobrocado, los lúmenes son ligeramente más grandes en la zona polar que en la zona ecuatorial. Eje ecuatorial de 25.6 a 26.4μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Lamiaceae sp. 3. Pb-7756-1. Coordenadas 12.4×83.1 .

Estefanocolpado de 8 a 10 colpos (en vista ecuatorial). Exina 0.8μ de grosor. Subtectado; microrreticulado, lúmenes de 0.8μ de diámetro o un poco menores; homobrocado. Eje polar de 29.6 a 39μ , eje ecuatorial 24.8 a 25.6μ ; forma de subprolato a prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con la familia Lamiaceae.

Ocurrencia: Existen muy pocos registros de la familia reportados en la literatura. Labiatae está referida para el Eoceno de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1999). Labiatae (con 6 colpos) se reporta para el Mioceno Tardío de Alaska, de España y en el Plioceno de Alemania (Muller, 1981). En México, se encuentra en sedimentos oligo-miocénicos de Chiapas (Biaggi, 1978).

Familia Malvaceae

Género *Malvacipollis* Harris 1965 emend. Krutzsch 1966.

Malvacipollis sp. Lámina 2. Figura 4. Pb-7756-1. Coordenadas 3.6×113.7 .

Estefanoporado. Se observan 6 poros de 2.4μ con annulus psilados de por lo menos 1μ de

grosor (alineados en el ecuador), los poros están separados entre sí por 4 μ . Exina de 3.2 a 4 μ . Tectado, supraequinado. Espinas sólidas de 3.2 μ de altura, distancia entre espinas 4 μ . Eje ecuatorial 32 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: (Martin 1971, *In*: Frederiksen, 1983) propone que *Malvacipollis* debe relacionarse más con la familia Euphorbiaceae que con la Malvaceae.

Ocurrencia: El género *Malvacipollis* se encuentra reportado para el Paleoceno-Eoceno de Australia (Jansonius & Hills, 1976); en el Eoceno Medio de California, EUA (Frederiksen 1983) y para el Eoceno de Tepexi de Rodríguez (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1999).

Familia Melastomataceae

Género *Heterocolpites* (van der Hammen) van der Hammen et García de Mutis 1965.

Heterocolpites sp. Pb-7756-3. Coordenadas 18.1x86.7.

Heterocolpado. En vista ecuatorial. Ectoaberturas muy estrechas. Endoaberturas en forma de poro (isodiamétricos). Exina 1 μ de grosor. No se observan columelas. Tectado, psilado. Eje polar 16.8 μ , eje ecuatorial 11.2 μ ; forma prolato.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Podría ser de Familia Melastomataceae. Salard-Cheboldaeff (1978) describe un tipo de grano heterocolpado, finamente estriado en el Oligoceno de Camerún y lo llama *Heterocolpites pseudostriatus* y lo relaciona con el género *Dissotis glaberrima*. Sin embargo, este tipo de granos podría ser asignado a otros géneros dentro de la misma familia o posiblemente dentro de la familia Combretaceae como se propuso al comparar *Heterocolpites laevigatus* del Eoceno Tardío (también en Camerún) con el género *Terminalia*.

Ocurrencia: El género se encuentra reportado para el Paleoceno (región de Catatumbo) y el Eoceno de Colombia. Se conoce también del Eoceno Superior al Mioceno Temprano de Camerún, siendo abundante en el Oligoceno (Salard-Cheboldaeff, 1978).

Familia Moraceae

Diporites van der Hammen 1954.

Diporites sp. 1. Pb-7756-1. Coordenadas 19.8x96.5.

Diporado. Los poros se encuentran opuestos. Exina 0.8 μ de grosor. Tectado, psilado patrón reticulado. Diámetro 24.8 a 28.8 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Diporites sp. 2. Pb-7756-5. Coordenadas 28.8x24.8.

Diporado, cada poro presenta un annulus delgado de aproximadamente 0.8 μ ; los poros difieren en tamaño, uno mide 4 μ de diámetro (poro circular) y el otro 5.6x7.2 μ (poro elíptico) estos poros se encuentran separados entre sí 2.4 μ . Exina 1.6 μ de grosor. Tectado, psilado; se observa un patrón microrreticulado a foveolado y se pueden observar bien las columelas. El grano mide 24.8 x 28.8 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Muy posiblemente en un grano que corresponde a la familia Moraceae.

Ocurrencia: El género se encuentra reportado para el Maestrichtiano de Colombia (Jansonius & Hills, 1976); la familia Moraceae se ha reportado para el Eoceno Medio de Tennessee (Potter, 1976 *In*: Muller, 1981).

Familia Onagraceae

Género *Corsinipollenites* Nakoman 1965.

Corsinipollenites sp. 1. Lámina 2. Figura 5. Pb-7756-1. Coordenadas 2.1x103.2.

Tripororado, vestibulado. Poros de 1.6 μ de diámetro. Vestibulos de 12.8 μ de largo, base de 28 μ . Exina 1 μ de grosor. Tectado, psilado, los vestibulos están ornamentados con microverrugas; se observan algunos hilos de viscina. En vista polar tiene forma triangular. Mide de vértice a vértice 54.4 μ . Eje ecuatorial 56 μ .

Localidad: Puente Atoyac.

Corsinipollenites sp. 2. Pb-7756-5. Coordenadas 13.9x87.1.

Tripoporado. Vestibulado. Poros con annulus 8.8 μ de diámetro. Exina 1 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje ecuatorial 31.2 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Corsinipollenites sp. 3. Pb-7758-1. Coordenadas 20x82.9.

Tripoporado. Poros de 2.4 μ . de diámetro. Vestíbulos de 8 μ de largo. Base de vestíbulo 20 μ . Exina 1 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje ecuatorial 28.8 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Corsinipollenites sp. 4. Pb-7757-1. Coordenadas 16.4x92.5.

Tripoporado. Poros con annulus 8 μ de diámetro. Distancia entre cada poro 40 μ . Exina 1 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje ecuatorial 44 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Todas las especies de *Corsinipollenites* podrían tener afinidad con Onagraceae.

Ocurrencia: El registro más antiguo de esta familia parece ser *Trivestibulopollenites* descrito por Chmura (1973) *In*: Muller, 1981 para el Maestrichtiano de California. Algunos granos están registrados para el Eoceno de San Diego, California también se han registrado en la Formación Gaviota del área de San Diego, California, EUA (Frederiksen, 1983a, *In*: Frederiksen, 1989). También hay registros de este género en la Formación Hatchetigbee, edad Eoceno Temprano y en la Formación Lisbon, edad Eoceno Medio; ambas en el lado oeste de Alabama EUA (Frederiksen, 1988). La familia Onagraceae ocurre en el grupo Claiborne del Eoceno Medio de EUA (Fairchild, 1969). En Europa, en el Eoceno más Temprano de Bélgica, en Asia central en el Paleoceno, en África en el Eoceno de Nigeria. En secciones eocénicas de Tepexi de Rodríguez (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999), en la cuenca de Burgos (Eoceno Medio-Eoceno Superior del noreste de México), *Corsinipollenites* está reportado como *Jussitriporites* sp. (Martínez-Hernández *et al.*, 1982). En América del Sur *Corsinipollenites* es frecuentemente registrado durante el

Terciario, en el Oligoceno de Puerto Rico; se ha registrado también en el oligo-mioceno de Chiapas (Biaggi, 1978).

Familia Plumbaginaceae

Género *Armeria* (DC) Willd.

Armeria sp. Lámina 2. Figura 6. Pb-8008-2. Coordenadas 4.5x112.2.

Tricolpado. Exina de 1 μ de grosor. Subtectado reticulado homobrocado, sobre los muros presenta espinas de aproximadamente 1 μ de alto, lúmenes completamente cerrados, de 4.8 a 5.6 μ de diámetro formadas por báculas (simplicolumelado); las columelas miden 3.2 μ de alto y 1 μ de diámetro. Eje polar 52 μ , eje ecuatorial 33.6 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: El género *Armeria*.

Ocurrencia: El género *Armeria* ha sido registrado para el Mioceno Tardío de España (E. van Campo 1976 *In*: Muller, 1981). En California EUA, Srivastava (1984) lo cita para el Mioceno. En México el género está registrado para el Eoceno de la región de Tepexi de Rodríguez (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1999).

Familia Salicaceae

Género *Populus* L.

Populus sp. Pb-7756-3. Coordenadas 9.3x90.2.

Inaperturado. Exina 1.6 μ de grosor. Tectado (columelas de 0.8 μ de alto, se observan muy bien) espinulado (espinas menores de 0.8 μ de alto). Patrón areolado con tendencia a ser patrón regulado. Diámetro 21.6 a 24.8 μ . Mónade, apolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Populus*.

Ocurrencia: *Populus* está reportado en la flora del Eoceno Medio Temprano de Yellowstone-Absaroka, Wind River Basin, Wyoming, EUA (MacGinitie *et al.*, 1974).

Género *Salixipollenites* S. K. Srivastava, 1966.

Salixipollenites sp. Pb-7757-1. Coordenadas 17.4x95.4.

Tricolporoidado. Exina 1 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado heterobrocado. Los lúmenes más grandes miden 1.6 μ y disminuyen gradualmente hasta 0.6 μ cerca de las aberturas. Eje polar 24 μ , eje ecuatorial 24 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: *Salixipollenites* tiene sexina reticulada similar al polen de *Salix* y ciertos miembros de la familia Saxifragaceae (Erdtman *et al.*, 1961 *In*: Srivastava, 1972).

Ocurrencia: En Estados Unidos, las hojas fósiles que se consideran representantes del género *Salix* ocurren en depósitos del Eoceno del Norte de Dakota, Cronquist (1981). El polen fósil del género *Salix* se encuentra reportado desde el Cretácico Tardío (Cenomaniano-Turoniano) de la cuenca Chulym River en Siberia, Rusia (Khlonova, 1960; *In*: Catalog of fossil spores and pollen). Srivastava (1972) registra el género en el Paleoceno de Alabama EUA. Wodehouse (1930) encuentra *Salix* en el Eoceno de Colorado y Utah, EUA, en la flora del Eoceno Medio Temprano de Yellowstone- Absaroka, Wind River Basin, Wyoming, EUA (MacGinitie *et al.*, 1974). En la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla, *Salix* se encuentra reportado para el Eoceno (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1999). En el Oligoceno de Puerto Rico se registra *Salix* (Graham y Jarzen, 1969; *In* Muller, 1981). En Europa está reportado por van Campo para el Mioceno Tardío de España. En México esta reportado para el oligo-mioceno de Chiapas (Biaggi, 1978).

Familia Scrophulariaceae

Género *Psilatricolpites* (van der Hammen 1956a) González- Guzmán 1967.

Psilatricolpites sp. Pb-7757-2. Coordenadas 15.9x94.3.

Tricolpado. Exina 2 μ de grosor. Tectado, psilado con patrón microrreticulado. Estructura

columelar. Eje polar 21.6, eje ecuatorial 23.2 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: *Psilatricolpites* podría relacionarse con la familia Scrophulariaceae específicamente con *Bartsia santalinaefolia* (van der Hammen, 1956).

Ocurrencia: Cretácico Tardío de Colombia (González-Guzmán, 1967).

Familia Sterculiaceae

Género *Reevisiapollis* Krutzsch 1970.

cf. *Reevisiapollis* sp. 1. Lámina 2. Figura 7. Pb-7756-4. Coordenadas 6.5x105.5.

Estefanoporado. Presenta 4 poros de 3.2 μ de diámetro. Exina 0.8 μ de grosor. Tectado, psilado con patrón microrreticulado. Diámetro del grano de 16 a 24 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Reevisiapollis* sp. 2.** Pb-7756-3. Coordenadas 20.6x97.3.

Estefanoporado. Presenta 4 poros de 1.6 a 2 μ de diámetro más el annulus psilado de 1 μ ; (El poro más el annulus miden 4.8 μ), separación entre cada poro 16 μ . Exina menor o igual a 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, heterobrocado, las lúmenes pequeños miden aproximadamente 0.4 μ y están cercanas a las aberturas (en la zona del ecuador) y son más grandes hacia los polos (0.8 a 1 μ de diámetro). Eje ecuatorial 19.2 a 22.4 μ . Grano circular en vista polar. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Reevisia*.

Ocurrencia: Los fósiles que parecen representar a ésta familia aparecen en depósitos desde el Cretácico más Tardío también, aparece en el Paleoceno y depósitos más recientes. Familia reportada para el oligo-mioceno de Chiapas, México. (Biaggi, 1978). *Reevisiapollis* se encuentra también registrada para el Mioceno Medio de Polonia (Jansonius & Hills, 1976). *Reevisia* se encuentra reportado en el Eoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla; México

(Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999).

Familia Tiliaceae

Género *Triumfetta* L.

Triumfetta sp. Pb-7756-1 Coordenadas 7.5x83.3.

Tricolporado. Ectoaberturas tan largas como el eje polar. Endoaberturas en forma de poro de 4 μ de diámetro. Exina 1 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, heterobrocado. Los lúmenes son más pequeños cerca de la endoabertura y aumentan hacia la periferia. Eje polar 32, eje ecuatorial 20.8 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Triumfetta*.

Ocurrencia: Los fósiles de la familia aparecen en depósitos del Eoceno de la India y Estados Unidos de América. (Cronquist, 1981). El género está reportado en la flora del Eoceno Medio Temprano de Yellowstone-Absaroka, Wind River Basin, Wyoming, Estados Unidos (MacGinitie *et al.*, 1974).

Familia Ulmaceae

Género *Ulmipollenites* Wolff 1934 emend. Srivastava 1969b.

Ulmipollenites sp. 1. Pb-7756-4. Coordenadas 8.2x87.3.

Estefanoporado (pueden presentar de 4 a 6 poros circulares de 1.6 μ de diámetro, con annulus psilados). Aberturas dispuestas equidistantemente en el ecuador. Exina 0.8 a 2.4 μ de grosor. Tectado, rugulado. Eje ecuatorial de 20 a 28 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Ulmipollenites sp. 2. Lámina 2. Figura 8. Pb-8008-1. Coordenadas 13.9x111.2.

Estefanoporado (pueden presentar de 4 a 6 poros circulares de 1.6 μ de diámetro, con annulus psilados). Aberturas dispuestas equidistantemente en el ecuador. Exina 0.8 a 2.4 μ

de grosor. Tectado, rugulado. Eje ecuatorial de 31.2 a 34.8 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: Con *Ulmus*.

Ocurrencia: De acuerdo a Wolff (1973) *In:* Cronquist, 1981, el polen tipo *Ulmus* ocurre en depósitos del Maestrichtiano (Cretácico Superior Tardío). En la costa del Golfo EUA, se conoce éste género desde el Paleoceno Temprano, en la Formación Ardath Shale (Eoceno Temprano Medio) y Mission Valley (Eoceno Medio) ambas en San Diego California. Reportado para el Eoceno de las montañas Rocallosas, Leopold y Macginitie (1972), mientras para Wyoming los reportes se encuentran desde el Paleoceno Tardío. En Tepexi de Rodríguez, Puebla; *Ulmus* se encuentra en el Eoceno (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999). *Ulmus* se ha registrado para el Mioceno Tardío de México, Graham (1976), para el Mioceno de Chiapas (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

A continuación se describen los granos de dicotiledóneas que no pudieron asignarse a un taxa moderno y por tanto, se proporciona el nombre de la forma-género.

Los granos de polen están acomodados de acuerdo al número de aberturas que presentan.

TAXA PARATAXONÓMICOS

POLEN SIN ABERTURAS

Género *Emmapollis* Krutzsch & Vanhoorne 1977.

aff. *Emmapollis* sp. Pb-7756-4. Coordenadas 19.5x86.9.

Monoporado. Poro de 4 μ de diámetro, presencia de annulus. Exina 3.2 μ de grosor. Subtectado, reticulado, muros formados por columelas (simplicolumelados) de 2.4 μ de alto, se forman lúmenes de 3.2 μ aproximadamente. En algunas partes de la exina se observa algo parecido a microverugas. Diámetro 45.6x49.6 μ . Mónade, apolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: La afinidad no puede ser establecida por que el poro no se observó, dicho poro tampoco es visible en otras publicaciones y no es claro en el holotipo.

Ocurrencia: Mioceno Temprano de Bélgica (*In*: Jansonius, 1978).

TRIPORATES

Género *Echitriporites* (van der Hammen 1956) van Hoeken-Klinkenberg 1964.

***Echitriporites* sp. 1.** Pb-7756-1. Coordenadas 20.3x101.8.

Triporado. Tectado, supraequinado. Espinas de 1 μ de longitud, sólidas; distancia entre espinas 3.2 μ . Eje ecuatorial 18.4 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Echitriporites* sp. 2.** Pb-7756-3. Coordenadas 22x87.1.

Triporado. Poros esferoidales sin annulus. Distancia entre cada abertura aproximadamente 20 μ . Exina 1.6 a 2.4 μ de grosor. Tectado, supraequinado. Espinas de 1.6 μ de longitud por 0.6 μ de diámetro de base, muy separadas entre sí. Eje ecuatorial de 22.4 a 24 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Posiblemente podría pertenecer a la familia Campanulaceae o a la Violaceae.

Ocurrencia: El género *Echitriporites* está reportado para el Maestrichtiano de Nigeria (Jansonius & Hills, 1976).

Género *Retitriporites* (van der Hammen 1956) González-Guzmán 1967.

***Retitriporites* sp.** Lámina 2. Figura 14. Pb-7758-5. Coordenadas 11.4x111.

Triporado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, heterobrocado intercalar a foveolado. Lúmenes de 0.8 μ o menores, las foveolas se encuentran intercaladas entre los lúmenes. Separación entre cada poro 13.6 μ . Eje ecuatorial 20 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Según van der Hammen 1956 un grano de polen de este tipo podría estar relacionado taxonómicamente con el género *Guettarda* de la familia Rubiaceae.

Ocurrencia: Mioceno de la India (In Jansonius & Hills, 1976), Terciario de Colombia (González-Guzmán 1967).

Género *Striatriporites* van Hoeken-Klinkenberg 1966.

***Striatriporites* sp.** Pb-7756-4. Coordenadas 20.2x92.9.

Triporado. Exina 1 μ de grosor. Subtectado, estriado. Estrías menores a 0.8 μ de grosor; paralelas al eje polar. Eje ecuatorial 24 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Incierta.

Ocurrencia: Maestrichtiano de Nigeria (Jansonius & Hills, 1976).

TRICOLPATES

Género *Echitricolpites* (van der Hammen 1956) Da Silva Pares Regali, Uesugui et Da Silva Santos, 1974.

***Echitricolpites* sp.1.** Pb-7758-4. Coordenadas 16.9x100.8.

Tricolpado. Exina 2.4 μ de grosor. Tectado, supraequinado, espinas sólidas de 1.6 μ de alto, separación entre cada espina 3.2 μ . Eje ecuatorial 15.2 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Echitricolpites* sp. 2.** Pb-7756-1. Coordenadas 8.1x93.6.

Tricolpado o tricolporado (En vista polar, no se pueden observar muy bien las aberturas). Tectado microequinado. Espinas muy juntas entre sí. Eje ecuatorial 20.8 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: El género parataxonómico podría relacionarse con el género *Phyllocactus* (Cactaceae) van der Hammen, 1956.

Ocurrencia: Paleoceno de Brasil; Eoceno de Columbia, Canadá (Jansonius & Hills, 1967).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Género *Foveotricolpites* Pierce 1961.

***Foveotricolpites* sp. 1.** Lámina 2. Figura 9. Pb-7757-2. Coordenadas 5.6x103.

Tricolpado. Exina 3.2 μ de grosor. Tectado, foveolado. Foveolas de 0.8 μ . o menores, separadas entre sí menos de una micra. Presenta estructura columelar, la exina mide 1.6 μ , columelas de 0.8 μ de longitud. Eje ecuatorial 30.4 μ , diámetro de área polar mediana. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Foveotricolpites* sp. 2.** Pb- 7756-4. Coordenadas 18.1x85.8.

Tricolpado. Exina 0.8 μ de grosor. Tectado, foveolado. Las foveolas están muy separadas entre sí, más o menos 2.4 μ . Eje ecuatorial 19.2 μ , área polar grande. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: No se conoce.

Ocurrencia: Género descrito del Cretácico Temprano de Minesota, EUA (Jansonius & Hills, 1976).

Género *Retitricolpites* (van der Hammen) Pierce, 1960.

***Retitricolpites* sp. 1.** Lámina 2. Figura 10. Pb-7756-5. Coordenadas 4.5x93.8.

Tricolpado. Exina de 0.8 μ de grosor. Subtectado, reticulado, heterobrocado. Los lúmenes pequeños 0.4 a 0.8 μ (rodean a las aberturas), los lúmenes más grandes miden 1.6 μ . Eje polar de 27.2 a 32 μ , eje ecuatorial de 20.8 a 27.2 μ ; forma subprolato a prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Retitricolpites* sp. 2.** Pb-7756-5. Coordenadas 12.6x98.3.

Tricolpado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, heterobrocado; los lúmenes son pequeños en los polos del grano y miden 0.4 μ o menos y disminuyen su tamaño hacia el ecuador. Eje polar 24 μ , eje ecuatorial 15.2 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Retitricolpites* sp. 3.** Pb-7757-2. Coordenadas 6.9x97.8.

Tricolpado o brevicolpado aberturas angulares (triangular en vista polar). Exina de 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, homobrocado lúmenes de 0.6 μ de diámetro, muri de 0.8 μ . Eje ecuatorial de 23.2 a 24 μ . Diámetro de área polar 10 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Retitricolpites* sp. 4.** Pb-8008-3. Coordenadas 15x103.4.

Tricolpado. Exina de 0.8 a 1 μ de grosor. Subtectado microrreticulado homobrocado. Lúmenes de 0.8 μ a 1.6 μ de diámetro. Mónade, isopolar, radial. De acuerdo al tamaño que presentan los granos pueden medir de eje polar de 13.6 a 31.2 μ y de eje ecuatorial de 9.6 a 27.2 μ .

***Retitricolpites* sp. 5.** Pb-7757-2. Coordenadas 23.5x92.9.

Tricolpado. Exina 1 μ de grosor. Subtectado microrreticulado a foveolado, lúmenes alargados alineados en dirección del eje polar, menores de 0.8 μ de diámetro. Eje polar 28 μ , eje ecuatorial 24 μ . Forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Retitricolpites* sp. 6.** Pb-7757-2. Coordenadas 20.9x91.5.

Brevitricolpado (en vista polar). Diámetro de área polar muy grande (24 μ). Exina 0.6 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, homobrocado; lúmenes de 0.8 μ de diámetro o menores. Eje ecuatorial de 25.6 a 28 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Estos tipos de polen pueden ser encontrados en varios órdenes de dicotiledóneas que aparecen desde el Cretácico Tardío.

Ocurrencia: Cretácico Tardío de Colombia (González-Guzmán, 1967).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Género *Striatricolpites* (van der Hammen 1954) González-Guzmán, 1967.

***Striatricolpites* sp. 1.** Lámina 2. Figura 11. Pb-8008-3. Coordenadas ?x105.

Tricolpado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, rugulado-perforado. Eje polar 32.8 μ , eje ecuatorial 27.2 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: Lo único que se puede decir es que estos granos pertenecen muy probablemente a alguna dicotiledónea, se necesitan más datos para poder proponer una afinidad taxonómica más precisa. Erdtman (1947) propuso el nombre de este género parataxonómico para granos de polen con tres colpos, pero no se sabe si mencionó un género tipo.

Ocurrencia: No se conoce.

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

TRICOLPORATES

Género *Echitricolporites* (van der Hammen, 1954) Germerad, Hopping & Muller 1968.

***Echitricolporites* sp. 1.** Pb-8008-3. Coordenadas 12.1x103.

Tricolporado. Colpo transversal lalongado. Exina de 3.2 μ de grosor. Tectado, equinado. Eje polar 40 μ , eje ecuatorial 33.6 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Echitricolporites* sp. 2.** Pb- 7756-1. Coordenadas 20.3x101.8.

Tricolporado. Exina 1.6 μ de grosor. Tectado, equinado. Espinas de 1 μ de alto.

Separación entre espinas 3.2 μ aproximadamente. Eje ecuatorial 18.4 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Echitricolporites* sp. 3.** Pb-7756-2. Coordenadas 12.2x87.9.

Tricolporado. Exina 2.4 μ de grosor. Tectado, supraequinado. Espinas sólidas de 1.6 μ de alto, separación entre espinas 4 μ aproximadamente. Eje polar 28 μ , eje ecuatorial 20 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Echitricolporites* sp. 4.** Pb-7756-3. Coordenadas 15.6x91.2.

Tricolporado. Endoabertura en forma de poro de 1.6 μ de diámetro. Exina 0.8 μ de grosor. Tectado, supramicroequinado. Espinas contiguas sólidas de 1.6 μ de alto. Eje polar 12.8 μ , eje ecuatorial 11.2 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Echitricolporites* sp. 5.** Pb-7756-3. Coordenadas 23.9x86.4.

Tricolporado. Ectoaberturas de 18.4 μ de largo con un margo psilado muy delgado. Endoabertura de 4.8x4 μ lolongada. Distancia entre las ectoaberturas es de 5.6 μ . Exina 1 μ de grosor. Tectado, espinulado. Se forma patrón microrreticulado. Tectum de 0.8 μ o menor, espínulas de unas 0.3 μ de largo aproximadamente. Eje polar 19.2 μ , eje ecuatorial 16.8 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Echitricolporites* sp. 6.**

Tricolporado. Endoaberturas lalongadas; las ectoaberturas poseen un margo psilado de 0.6 μ de grosor aproximadamente. En medio de las aberturas, se observa un patrón fosulado a microrreticulado con lúmenes menores de 0.8 μ . Exina 1.6 μ de grosor. Tectado; supraequinado, espinas sólidas de 0.8 μ de alto. Eje polar 31.2 μ , eje ecuatorial 20 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: El género *Echitricolporites* probablemente representa géneros de la familia Compositae (van der Hammen, 1957, *In*: Graham, 1996).

Ocurrencia: *Echitricolporites* se ha reportado para el Eoceno de Río de Janeiro, Brasil Graham (1996).

Género *Foveotricolporites* Pierce, 1961.

***Foveotricolporites* sp. 1.** Pb- 7756-1. Coordenadas 10.7x86.

Tricolporado endoaberturas en forma de poro de 1.6 μ de diámetro. Exina difícil de medir. Tectado, foveolado. El tamaño de las foveolas es menor a 0.8 μ . En vista polar el grano se ve en forma hexagonal, aberturas interangulares. Eje ecuatorial 20 μ ; presenta diámetro de área polar muy pequeña de unas 3.2 μ , cada lado del hexágono mide entre 8 y 12 μ de largo. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Foveotricolporites* sp. 2.** Pb-7758-1. Coordenadas 7.4x84.8.

Tricolporado; aún cuando este ejemplar no está muy bien preservado, se puede distinguir que la exina mide 5.6 μ de grosor en el ecuador mientras hacia los polos disminuye hasta 2.4 μ . La ornamentación es estriada a foveolada. Se observa foveolada en la zona ecuatorial del grano. Eje polar 31.2 μ , eje ecuatorial 29.6 μ ; forma esferoidal.

Localidad: Puente Atoyac.

***Foveotricolporites* sp. 3.** Pb-8008-2. Coordenadas 24.3x83.

Tricolporado. Endoabertura lalongada de 9.6 μ de largo por 3.2 μ de ancho, la endoabertura tiene forma de rombo con esquinas redondeadas. Exina 3.2 μ de grosor. Tectado, foveolado. Foveolas menores de 0.8 μ , muy juntas entre sí. Eje polar 28 μ , eje ecuatorial 28 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Incierta.

Ocurrencia: Cretácico Tardío de Colombia (González-Guzmán, 1967).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Género *Psilatricolporites* Pierce 1961.

***Psilatricolporites* sp. 1.** Pb-8008-2. Coordenadas 15.8x88.7.

Tricolporado. Las ectoaberturas poseen margo psilado de 1 μ de ancho en la zona ecuatorial y se adelgaza un poco hacia los polos (+/- 0.8 μ), endoabertura lalongada, mide 4.8 μ de largo x 1.6 de ancho. Exina de 2.4 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje polar 26.4 μ , eje ecuatorial 17.6 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Psilatricolporites* sp. 2.** Pb-7756-1. Coordenadas 20.2x104.

Tricolporado. Endoabertura en forma de poro de 1.6 μ de diámetro, ectoabertura de unas 4 μ . Exina 0.8 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje polar 26.4 μ , eje ecuatorial 20.8 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Psilatricolporites* sp. 3.** Pb-7757-2. Coordenadas 25x90.1.

Tricolporado. Endoabertura en forma de poro de 0.8 a 1 μ de diámetro. Tectado, psilado con patrón microrreticulado. Exina 0.8 μ de grosor. Eje polar 22.4 μ , eje ecuatorial 17.6 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: El género fósil puede atribuirse a la familia Rosaceae. (Salard-Cheboldaeff, 1978).

Ocurrencia: El género *Psilatricolporites* se encuentra registrado para el oligo-mioceno Temprano de Camerún, para el Terciario de Colombia (Sole de Porta 1961. *In:* Salard-Cheboldaeff, 1978).

Género *Retitricolporites* (van der Hammen) van der Hammen et Wymstra 1964.

***Retitricolporites* sp. 1.** Pb-7756-1. Coordenadas 25x101.8.

Tricolporado. Ectoabertura con margo psilado de 0.6 μ de grosor, endoabertura de 8x12 μ Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, homobrocado. Lúmenes de 0.8 μ de diámetro, alargados en dirección del eje polar. Eje polar 37.6 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Retitricolporites* sp. 2.** Pb-8008-3. Coordenadas 12.9x91.9.

Tricolporado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, heterobrocado. En la zona ecuatorial los lúmenes son más pequeños que en los polos. Eje polar 16 μ , eje ecuatorial 14.4 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Retitricolporites* sp. 3.** Pb-7756-1. Coordenadas 5.3x103.

Tricolporado. Ectoaberturas con margo, endoabertura lalongada. Exina de 2.4 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado. Lúmenes de 0.6 a 0.8 de μ de diámetro. Eje polar 35.2 μ , eje ecuatorial 33.6; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Retitricolporites* sp. 4.** Pb-8008-1. Coordenadas 10x93.

Tricolporado. Ectoaberturas tan alargadas como el eje polar; endoabertura lalongada (12 μ de largo x 6.4 μ de ancho), un engrosamiento de nexina (4.8 μ) rodea a la endoabertura. Exina de 2.4 μ de grosor en la zona polar y de 2 μ en la zona ecuatorial. Subtectado, microrreticulado, homobrocado; lúmenes 0.8 a 1 μ de diámetro, los lúmenes se ven un poco alargadas en dirección del eje polar. Eje polar 36 μ , eje ecuatorial 34.4 μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

***Retitricolporites* sp. 5.** Lámina 2. Figura 12. Pb-7756-2. Coordenadas 9.9x83.2.

Tricolporado. Endoaberturas lalongadas. La exina mide 0.8 a 1 μ de grosor. Subtectado,

microrreticulado, homobrocado. Los lúmenes son menores a 0.8μ de diámetro. De acuerdo a su forma pueden ser subprolato o prolato. Dentro de este grupo morfológico se pueden incluir subgrupos como los siguientes: Con endoabertura lalongada de 4 a 6.4μ . de largo por 1μ de ancho y presencia de margo. Eje polar 12 , eje ecuatorial 8.8 a 9.6μ .; forma prolato. Con endoabertura lalongada de 6.4μ de largo por 2μ de ancho. Eje polar 27 , eje ecuatorial 25.6μ .; forma prolato.

Localidad: Puente Atoyac.

***Retitricolporites* sp. 6.** Lámina 2. Figura 13. Pb-7756-1. Coordenadas 13.0x95.8.

Tricolporado. Las endoaberturas son en forma de poro, presentan una variación de 1 , 1.6 y 2.4μ de diámetro. La exina mide de 0.8 a 1μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, homobrocado. Los lúmenes son menores a 0.8μ de diámetro. De acuerdo a su forma puede ser esferoidal, subprolato o prolato. Y de acuerdo al tamaño de los granos se pueden incluir en varios grupos, con eje polar de 13.6 a 30μ y eje ecuatorial de 8.8 a 30μ .

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: *Retitricolporites* es parecido a algunos géneros de la familia Bombacaceae (González-Guzmán, 1967).

Ocurrencia: Cretácico Tardío de Colombia (González-Guzmán, 1967).

Género *Striatricolporites* (van der Hammen) ex Leidelmeyer 1966.

***Striatricolporites* sp. 1.** Pb- 7756-3. Coordenadas 15.8x99.2.

Tricolporado. Endoaberturas circulares a elípticas no fáciles de medir. Exina 0.8μ de grosor aproximadamente. Presencia de margo psilado delgado. Subtectado, estriado. Estrías paralelas a la ectoabertura. Estrías menores de 0.8μ de grosor. Eje polar 17 a 25μ , eje ecuatorial 12 a 14.4μ . Forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Striatricolporites* sp. 2.** Pb-7756-4. Coordenadas 20.2x92.9.

Tricolporado. Presencia de margo. Endoabertura lalongada. Exina 0.8μ de grosor. Subtectado, estriado a microrreticulado. Eje polar 32.8μ , eje ecuatorial 23.2μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Striatricolporites sp. 3. Pb- 7756-4. Coordenadas 8.1×86.9 .

Tricolporado. Endoabertura lalongada de 14.4μ de largo. Exina 3.2μ de grosor en la zona ecuatorial y 1.6μ en zona polar; presenta doble pared (tectum 0.8μ). La pared externa es menor (en la zona ecuatorial mide 0.8μ) mientras la interna mide 2.4μ . Subtectado, microrreticulado a estriado. Eje polar 24.8μ , eje ecuatorial 26.4μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: El género *Striatricolporites* podría pertenecer dentro de la familia Anacardiaceae al género *Lannea* (Salard-Cheboldaeff, 1978). Podría también relacionarse con el polen de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae) (van der Hammen, 1956).

Ocurrencia: Se reporta para en norte de Camerún en el Oligoceno-Mioceno Temprano (Salard-Cheboldaeff, 1978).

Género *Verrutricolporites* van der Hammen & Wijmstra 1964.

Verrutricolporites sp. 1. Pb-7756-3. Coordenadas 10.3×96.2 .

Tricolporado. Las endoaberturas no se distinguen muy bien, la misma ornamentación no lo permite. Exina de aproximadamente 4μ de grosor. Tectado, heteroverrugado. La verruga más grande que se observa mide $4 \times 3.2 \mu$ de largo, verrugas pequeñas menores de 0.8μ de alto y ancho. Existen variaciones en el tamaño de las verrugas dentro del rango antes mencionado, aunque no existe una tendencia en el acomodo de los tamaños de las verrugas. Eje polar 25.6μ , eje ecuatorial 24μ ; forma esferoidal. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Verrutricolporites sp. 2. Pb-8008-1. Coordenadas 12.1×103 .

Tricolporado; la ectoabertura presenta margo psilado de 1 μ de grosor, endoabertura lalongada. Exina de 3.2 μ de grosor. Tectado, verrugado o equinado; si son espinas están romas, miden 1.6 μ de alto y 3.2 μ de base. Se observa un patrón estriado a foveolado. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Zacapala.

Verrutricolporites sp. 3. Pb-7756-1. Coordenadas 8.2x84.5.

Tricolporado. Endoaberturas lalongadas de 8 μ de largo por 3.2 μ de ancho en forma elíptica. Tectado, supramicroverrugado. Eje polar 20.8 μ , eje ecuatorial 16 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Incierta.

Ocurrencia: Oligoceno-Mioceno Temprano de Guiana, Inglaterra; Mioceno de Nigeria y Camerún (*In: Jansonius & Hills, 1979*).

ESTEFANOCOLPORADOS

Género *Retistephanocolporites* van der Hammen & Wijmstra 1966.

Retistephanocolporites sp. 1. Pb-7756-1. Coordenadas 4.9x102.

Estefanocolporado. Seis aberturas compuestas, las endoaberturas son de forma circular y miden 1 μ de diámetro. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, lúmenes menores de 0.8 μ de diámetro. Eje ecuatorial 21.6 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: No se conoce.

Ocurrencia: Cretácico Tardío de Colombia (*González-Guzmán 1967*).

ESTEFANOPORATES

Género *Retistephanoporites* González-Guzmán 1967.

Retistephanoporites sp. 1. Pb-7756-1. Coordenadas 23.8x101.4.

Estefanoporado. Cuatro poros de 1.6 μ de diámetro con annulus muy delgado psilado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, estriado con patrón reticulado. Estrias paralelas al eje ecuatorial. Eje ecuatorial 19.2 a 20 μ . Mónade, isopolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Incierta.

Ocurrencia: Cretácico Tardío de Colombia (González-Guzmán 1967). Eoceno Temprano de Columbia, Canadá (*In*: Jansonius & Hills, 1976).

MONOCOTILEDÓNEAS

Familia Arecaceae

Genero *Arecipites* (Wodehouse 1933) Nichols *et al.*, 1973.

Arecipites sp.1. Pb-7756-4. Coordenadas 5x96.5.

Monosulcado. Abertura de aproximadamente 40 μ de longitud, margo psilado de 1.6 μ . Exina de 0.8 a 1 μ de grosor. Tectado, foveolado. Eje ecuatorial mayor de 43.2 a 46.4 μ , eje ecuatorial menor de 20.8 a 38.4 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Arecipites sp. 2. Pb-7756-1. Coordenadas 6x97.9.

Monosulcado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado a foveolado; lúmenes de unas 0.4 μ de diámetro, muri de aproximadamente 1 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 18.4 μ , eje ecuatorial menor 12 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Arecipites sp. 3. Pb-7756-1. Coordenadas 10.7x86.

Monosulcado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado microrreticulado a foveolado. Lúmenes

menores de 0.8μ de diámetro, muri de 0.8μ . Eje ecuatorial mayor 38μ , eje ecuatorial menor 17.6μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

***Arecipites* sp. 4.** Pb-7756-4. Coordenadas 5x96.5.

Monosulcado. Exina 1.6μ de grosor. Tectado, con patrón microrreticulado o foveolado. Se observan columelas. Eje ecuatorial mayor 20.8μ , ecuatorial menor 16.8μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con Palmae

Ocurrencia: Las palmas tienen un registro continuo que se inicia en el período Cretácico Tardío Medio (cerca de la base del Campaniano, hace unos 80 millones de años), Cronquist (1981).

Género *Catinipollis* Krutzsch 1966.

***Catinipollis* sp. 1.** Lámina 2. Figuras 23-24. Pb-7756-4. Coordenadas 17.4x115.8.

Periporado, la distribución de los poros es irregular. Tectado, urcelado. Urnas de 1.6μ de alto rodean al poro de 1μ de diámetro. Grano de 28.8μ de diámetro. Forma esferoidal. Mónade, apolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

***Catinipollis* sp. 2.** Pb-7756-3. Coordenadas 21x85.5.

Periporado, la distribución de los poros es irregular. Tectado, urcelado. Urnas de 0.8μ de alto rodean al poro de 3.2μ de diámetro. Polen de 17μ de diámetro. Forma esferoidal. Mónade, apolar, radial.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Según Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (1999) podría tratarse de un grupo de palmas extintas relacionadas con el género *Pinanga*. Probablemente indica agua dulce (Krutzsch 1966 y Piel 1971 *In*: Frederiksen, 1983).

Ocurrencia: Se ha registrado en la transición Maestrichtiano-Daniano del centro de California (Drugg, 1967), para el Eoceno de California (Frederiksen, 1983); en el Eoceno Medio de Alemania (Krutzsch, 1966), en México se reporta en la cuenca eocénica de Tepexi de Rodríguez (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga 1996), en el Oligoceno de Columbia, British y la cuenca Paris (Piel, 1971, Chateauneuf, 1980) y en el Mioceno de Maryland (Garner, 1976 *In*: Frederiksen, 1983).

Familia Chlorantaceae

Género *Clavatipollenites* Couper 1958 emend. Kemp 1968.

aff. Clavatipollenites Pb-7757-1. Coordenadas 23.4x85.5.

Monosulcado. Exina de 0.8 a 1.6 μ de grosor. Presencia de margo. Subtectado, reticulado a frustillado. Mónade, heteropolar, bilateral. Eje ecuatorial mayor de 21.6 a 28.8 μ , eje ecuatorial menor 17.6 a 27.6 μ .

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Ascarina*.

Ocurrencia: El polen que seguramente es identificado como representante de Chlorantaceae ocurre desde el Maestrichtiano y en depósitos más recientes Cronquist (1981). En México *Ascarina* (Chlorantaceae) es reportada para el Cretácico Tardío como parte de la provincia Normapolles en el noreste de México, donde *Clavatipollenites* se encuentra presente en la Formación Olmos del Maestrichtiano de México (Martínez-Hernández *et al.* 1980; Medus y Almeida, 1982. *In*: Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996). *Ascarina* existe actualmente sólo en Nueva Zelanda (Muller, 1981).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Dioscoreaceae

Género *Dioscorea* L.

Dioscorea sp. 1. Pb-7756-5. Coordenadas 16.1x88.3.

Monosulcado. Exina 0.8 μ de grosor. Tectado, estriado. Estrías perpendiculares a la abertura, se forma patrón reticulado. Eje ecuatorial mayor 18.4 ecuatorial menor 16 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Dioscorea sp. 2. Pb-7756-4. Coordenadas 20.6x81.9.

Monosulcado. Exina 1 μ de grosor. Tectado, estriado. Estrías paralelas a la abertura, menores de 0.8 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 24 a 25.6 μ , ecuatorial menor 20 a 21.6 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Con el género *Dioscorea*.

Ocurrencia: Fósiles del Eoceno y edades más tardías han sido asignadas a la familia (Cronquist, 1981). Dioscoreaceae está reportada para el Plioceno Medio de Veracruz, México (Graham, 1976, *In*: Graham, 1988).

Familia Liliaceae

Género *Liliacidites* Couper 1953.

Liliacidites sp. Lámina 2. Figura 15. Pb-8008-1. Coordenadas 12x111.3.

Monosulcado. Subtectado, reticulado, heterobrocado. Los lúmenes son más grandes cerca del sulco. Lúmenes completamente cerrados, de 0.6 a 1.6 μ de diámetro. Eje ecuatorial mayor 36 μ , eje ecuatorial menor 26.4 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: A *Liliacidites* se le puede relacionar con Palmae o con otras familias de monocotiledóneas como Liliaceae, Amaryllidaceae e Iridaceae (Frederiksen, 1983).

Ocurrencia: Se registra *Liliacidites* a partir del Aptiano Temprano de Gabón (Doyle *et al.* 1977; *In*: Muller, 1981). El polen que se considera que representa a las Liliaceae ocurre desde el Cretácico y a partir del Eoceno Tardío es más frecuente *Liliacidites* se ha

registrado para el Eoceno del noreste de México (Cuenca de Burgos), Martínez-Hernández *et al.*, 1980 y en depósitos más recientes.

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Poaceae

Género *Graminidites* Potonié 1960a.

Graminidites sp.1. Lámina 2. Figura 16. Pb-7756-2. Coordenadas 10x112.5.

Monoporado. Poro anulado de 4 μ de diámetro, annulus de 5.6 μ de ancho. Exina de 0.8 μ de grosor. Tectado, psilado. Diámetro 20.8 a 28.8 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Graminidites sp. 2. Pb-7756-1. Coordenadas 21.1x98.5.

Monoporado. Poro ovalado de 1.6x4.8 μ con annulus 4.8x7.2 μ . Exina 0.8 μ de grosor. Tectado, psilado. En algunas zonas del grano se le observa patrón microrreticulado. Diámetro 26.4 a 36 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Graminidites sp. 3. Pb-7756-1. Coordenadas 21.1x98.5.

Monoporado. Poro de 1.6 μ con annulus 4.8x7.2 μ . Exina 0.8 μ de grosor. Tectado microequinado. Diámetro 18.4 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Graminae Juss.

Ocurrencia: El polen graminoide data del Paleoceno y comienza a ser abundante en el Eoceno Temprano Muller (1981). Las gramíneas son reconocidas en el Paleoceno de Brasil, Camerún, Nigeria y Australia. Los pastos parecen ser una característica importante de la vegetación a partir del Eoceno (Cronquist, 1981). En el Eoceno Temprano comienza a ser más frecuente en Egipto, Camerún. El registro más antiguo de gramíneas en Norte América es un conjunto de macrorrestos del Eoceno Temprano de Tennessee (Crepet & Feldman,

1991); pero los granos de polen y los macrorrestos son raros a través del Eoceno y Oligoceno. Los registros más antiguos en México, datan del Eoceno Tardío (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999). En México también fueron reportadas en el Oligoceno de la península de Baja California, (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996) donde alcanzan altas frecuencias en los conjuntos polínicos, además se han reportado en el oligo-mioceno de Chiapas (Biaggi, 1978), Plioceno Medio de Veracruz (Graham, 1967; *In*: Muller, 1981).

Localidades: Zacapala y Puente Atoyac.

Familia Restionaceae

Género *Aglaoreidia* Erdtman, 1960.

Aglaoreidia cyclops. Lámina 2. Figuras 17-19. Pb-7756-4. Coordenadas 3.6x92.9.

Monoporado. Poro anulado con ornamentación reticulada. Los lúmenes más grandes están rodeando al poro. Exina de 0.8 a 1.6 μ de grosor. Subtectado, reticulado y/o microrreticulado, heterobrocado. Eje polar de 30.4 a 33.6 μ , eje ecuatorial desde 35.2 hasta 41.6 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Aglaoreidia pristina. Lámina 2. Figuras 20-21. Pb-7756-5. Coordenadas 9.4x113.4.

Monoporado. Poro anulado con ornamentación reticulada. Los lúmenes más grandes se encuentran en el lado donde se encuentra la abertura, Sin embargo los lúmenes que están rodeando al poro son menores. Exina de 0.8 a 1.6 μ de grosor. Subtectado, reticulado y/o microrreticulado, heterobrocado. Mónade, heteropolar, bilateral. Los granos de *Aglaoreidia* presentan diversidad en el tamaño y en la distribución la retícula (heterobrocada) en distintas áreas de la superficie. En este caso *A. pristina* mide de eje polar de 19.2 a 35.2 μ , eje ecuatorial de 24 a 27.2 μ . Los lúmenes más pequeñas rodean al poro y también rodean al grano formando una banda que rodea al grano en su parte más ancha.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad del género: Es una monocotiledónea extinta, probablemente representa un

miembro extinto de la familia Restionaceae.

Ocurrencia: El género fue primero descrito para el Eoceno Superior del sur de Inglaterra (Erdtman, 1960). *Aglaoreidia* se registra en varias ocasiones del Eoceno Superior al Oligoceno Medio en depósitos del noroeste de Europa (Krutzsch, 1963); en el sureste de Estado Unidos de América lo reporta (Frederiksen 1969 *In*: Fowler, 1971). (Fowler, *op cit.*) observó dos tipos esculturales en la población de *Aglaoreidia cyclops* en los depósitos Terciarios del sur de Inglaterra, estableciendo la especie *A. pristina*. Además, establece que *A. pristina* indica un límite temporal Eoceno Tardío mientras *A. cyclops* abarca desde el Eoceno Tardío al Oligoceno Tardío. Posteriormente, Frederiksen (1988) reporta la especie *A. pristina* del Eoceno Temprano al Eoceno Medio Tardío del este de la costa de EUA. En México *Aglaoreidia* se ha reportado para el Eoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996, 1999).

Género *Milfordia* (Erdtman, 1960) Krutzsch 1970.

***Milfordia* sp.** Lámina 2. Figura 21. Pb-7758-1. Coordenadas 7.8x112.5.

Monoporado poro de aproximadamente 3.2 μ de diámetro. Presenta annulus psilado de 0.8 μ de grosor. Tectado foveolado. Foveolas menores a 0.8 μ de diámetro. Mide 19.2 μ de eje ecuatorial mayor por 16.8 μ de eje ecuatorial menor.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Restionaceae o Flagellariaceae (*Joinvillea*) (Frederiksen, 1983).

Ocurrencia: El polen fósil que se piensa pertenece a las Restionaceae se ha encontrado en rocas del Maestrichtiano y en edades más recientes. En el Cretácico Tardío de Senegal (África), en el Paleoceno de Argentina. Paleoceno Tardío de Hungría (Jansonius & Hills, 1976). Frederiksen (1979) registra *M. hungarica* y *M. minima* del Paleoceno al Eoceno Medio de EUA (Muller, 1981). *Milfordia* se ha registrado para el Eoceno Medio del oeste de Alabama, Frederiksen (1988). En Europa se conoce del Paleoceno al Mioceno (Krutzsch, 1970 *In*: Frederiksen, 1983). Eoceno-Oligoceno de Inglaterra (Headon Beds). En Australia *Milfordia* se encuentra reportado del Eoceno Temprano a Mioceno y, se reconoce del Oligoceno al Mioceno Tardío de Nueva Zelanda.

A continuación se describen granos de polen que no pudieron asignarse a un taxón Reciente, por lo que se usan géneros parataxonómicos.

TAXA PARATAXONÓMICOS

MONOCOLPATES

Género *Echimonocolpites* Mathur 1966.

Echimonocolpites sp. 1. Pb-7756-3.

Monosulcado. Tectado, supraequinado. Exina 1.8 μ de grosor. Espinas de 1.6 μ de largo, sólidas, distancia entre espinas 4 μ , aproximadamente. Eje ecuatorial mayor 32 μ , ecuatorial menor 24 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Echimonocolpites sp. 2. Pb- 7756-2.

Monosulcado. Tectado, supraequinado. Exina 1.8 μ de grosor. Espinas de 1 μ de largo, sólidas, distancia entre espinas 4 μ aproximadamente. Eje ecuatorial mayor 43.2 μ , ecuatorial menor 23.2 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Según Mathur 1966, con la familia Nymphaeaceae y/o Arecaceae (González-Guzmán, 1967).

Ocurrencia: Común en el Paleoceno de la India (Jansonius & Hills, 1976).

Género *Clavamonocolpites* González-Guzmán 1967.

Clavamonocolpites sp. Pb-7757-3. Coordenadas 20.3x87.1.

Monosulcado. Exina 0.8 μ de grosor. Intectado. Báculado; las báculas forma patrón reticulado. Eje ecuatorial menor 20.8 μ , eje ecuatorial mayor 24.8 μ . Mónade, heteropolar,

bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: No se conoce.

Ocurrencia: Cretácico Tardío de Colombia, González-Guzmán 1967. Eoceno de Columbia, Canadá (Janson & Hills, 1967).

Género *Longapertites* van Hoeken-Klinkenberg 1964.

Longapertites sp. Lámina 2. Figura 25. Pb-8008-1. Coordenadas 15.8x112.9.

Monosulcado. Subtectado, reticulado, heterobrocado intercalar. Lúmenes de 0.6 a 1.6 μ de diámetro. Eje ecuatorial mayor 28.8 μ , eje ecuatorial menor 28.4 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: Este grano de polen probablemente puede representar varias familias como Arecaceae, Liliaceae, Commelinaceae, Lemnaceae y Convallariaceae.

Ocurrencia: En la Formación Lisbon de edad Eoceno Medio, al oeste de Alabama, EUA (Frederiksen, 1988).

Género *Monocolpopollenites* Pflug & Thomson (1953) Nichols *et al.*, 1973.

Monocolpopollenites sp. 1. Pb-7756-5. Coordenadas 23.4x98.2.

Monosulcado. Exina 1 μ de grosor. Tectado psilado en los extremos y subtectado microrreticulado en la parte media del grano. Eje ecuatorial menor 23.2 μ , eje ecuatorial mayor 43.2 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Monocolpopollenites sp. 2. Pb-7756-2. Coordenadas 12.2x86.5.

Monosulcado. Exina menor de 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, homobrocado; lúmenes de aproximadamente 0.6 μ de diámetro. Eje ecuatorial mayor 28.8 μ , eje ecuatorial menor 23.2 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Zacapala.

***Monocolpopollenites* sp. 3.** Pb-8008-1. Coordenadas 10x90.5.

Monosulcado. Exina 0.8 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, homobrocado; lúmenes de aproximadamente 0.6 μ de diámetro. Eje ecuatorial mayor 17.6 μ , eje ecuatorial menor 12 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Zacapala.

Afinidad: Incierta.

Ocurrencia: Área de Tibú, Cretácico Tardío de Colombia (González-Guzmán 1967), Eoceno de Alemania Jansonius & Hills (1976).

Género *Racemonocolpites* González-Guzmán 1967.

***Racemonocolpites* sp. 1.** Pb-7756-1. Coordenadas 6x97.9.

Monosulcado. Exina 0.8 μ de grosor. Tectado, gemmado; gemmas aproximadamente 2.4 μ de diámetro por 0.6 μ de alto, distribuidas en algunas zonas del grano. Se puede observar un patrón reticulado. Eje ecuatorial mayor mide 52 μ , eje ecuatorial menor 27.2 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

aff. *Racemonocolpites* Pb-7756-2. Coordenadas 22x97.2.

Monosulcado, presenta margen psilado de por lo menos 2 μ de grosor. Exina 0.8 μ de grosor. Tectado, supraverrugado, verrugas de 0.8 μ de alto; se observa patrón microrreticulado. Eje ecuatorial mayor 22.4 μ , eje ecuatorial menor 12 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Localidad: Puente Atoyac.

Afinidad: Incierta.

Ocurrencia: Área de Tibú, Cretácico Tardío de Colombia (González-Guzmán 1967), Cretácico Tardío-Eoceno de Columbia, Canadá (Jansonius & Hills, 1976).

6.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO

Las secciones estratigráficas Zacapala y Puente Atoyac, resultaron positivas en cuanto a la presencia de granos de polen y esporas, estos palinomorfos además de ser descritos, se contaron cuidadosamente con la finalidad de conocer la abundancia absoluta y relativa de los grupos de plantas representados en los conjuntos polínicos; de esta forma fue posible inferir diferentes asociaciones y tipos de comunidades vegetales que muy probablemente prevalecieron en el pasado de la región estudiada.

Generalmente, los conjuntos palinológicos están conformados de diferentes elementos microscópicos como los granos de polen y esporas que han viajado de diversos lugares al sitio de depósito donde se acumulan y posteriormente se fosilizan. En el caso específico de los conjuntos analizados, los taxa encontrados presentan muy diversos tipos morfológicos, muchos de ellos pudieron ser asignados a grupos taxonómicos actuales, de esta forma, se infiere que las esporas y los granos de polen de Zacapala y Puente Atoyac, tuvieron diferentes necesidades ambientales y climáticas.

6.2.1. DIAGRAMA POLÍNICO DE LA SECCIÓN ZACAPALA

Para conocer el número de granos de polen y esporas por gramo de roca, fue necesario contar todos los palinomorfos encontrados en cada preparación, de esta forma se obtuvieron los siguientes resultados.

Pb-8008 (3 laminillas). Se contaron 300 granos en total; **10 granos/gramo.**

En la sección Zacapala los palinomorfos se encontraron depositados en yesos entremezclados con lutitas finas. Desde el punto de vista litológico es posible creer que los yesos debido a su estructura cristalina no favorecieron la acumulación de microrrestos y que éstos últimos se depositaron únicamente sobre las lutitas. No obstante que la abundancia de granos de polen y esporas fue escasa, resulta interesante analizar la presencia y diversidad de

esta palinoflora.

Zacapala (Pb-8008) presenta **34** taxa diferentes. El conjunto palinológico estuvo dominado por polen de gimnospermas de los géneros fósiles *Pinuspollenites* (36%) y *Piceapollis* (17%), las gramíneas representan un 10% y todos los demás taxa no alcanzan ni siquiera un 4% de frecuencia relativa (**Fig. 6**), sin embargo todo el conjunto fue de importancia para realizar una interpretación adecuada acerca del paleoclima, paleoambiente, tipos de vegetación y para proponer una edad geológica para esta sección. En Zacapala, *Momipites* destaca por su importancia cronoestratigráfica. *Longapertites* y *Armeria* se encontraron únicamente en Zacapala, ocasionalmente; se encontraron fragmentos de algas.

Aunque Zacapala solo presenta algunos fósiles índice, se reconoce que esta muestra es de edad Terciaria gracias a la presencia del género *Momipites* (*Engelhardtia*) pues, de acuerdo con Elsik (1978), el grupo Jackson del Eoceno tardío se caracteriza por la biozona ácme de *Momipites* y se ha correlacionado con afloramientos Terciarios de país (Martínez *et al.*, 1980).

6.2.2. DIAGRAMA POLÍNICO DE LA SECCIÓN PUENTE ATOYAC

En esta sección, los granos de polen y esporas fueron muy abundantes, además la diversidad es mayor si comparamos con los taxa recuperados en el conjunto de Zacapala.

Pb-7757 (5 laminillas). Se contaron **2627** granos en total; **88 granos/gramo**.

Pb-7758 (5 laminillas). Se contaron **2202** granos en total; **73 granos/gramo**.

Pb-7756 (5 laminillas). Se contaron **1753** granos en total; **58 granos/gramo**.

En Puente Atoyac se analizaron tres muestras pertenecientes a tres niveles diferentes encontrando que el número total de palinomorfos se incrementó de base a cima, pero no así la diversidad. (**Fig. 7**)

En Puente Atoyac se encontraron **85** diferentes taxa. Al igual que en la sección Zacapala, los grupos más abundantes son *Pinuspollenites*, *Piceapollis* y *Graminidites*.

Diagrama polínico de la sección Zacapala

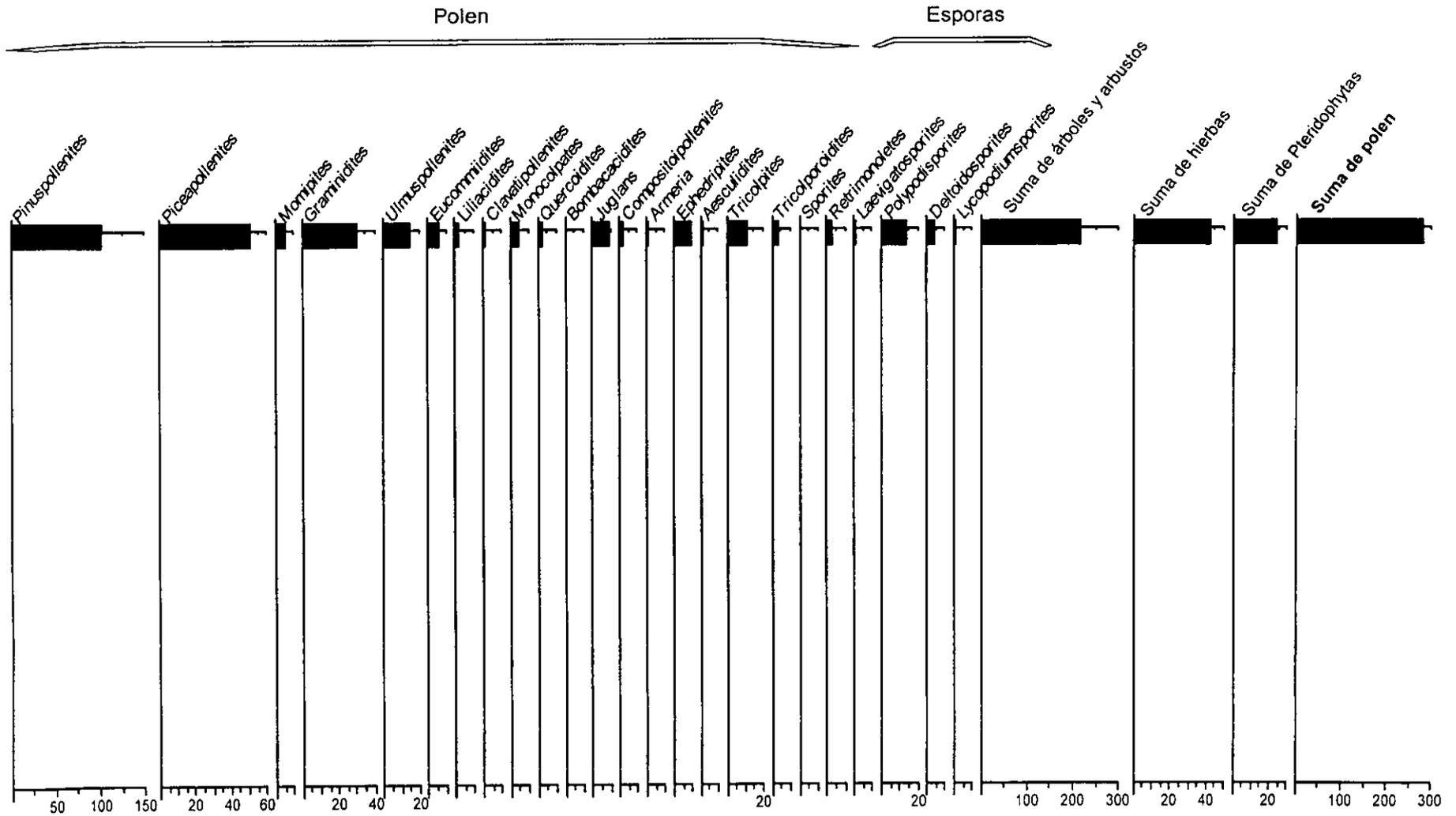


Fig. 6. Cantidad de polen y esporas por taxa

Al comparar los tres diferentes niveles de esta columna, se observó que, en el estrato inferior (Pb-7756) se encuentra la mayor diversidad morfológica pues en esta muestra se reconocieron 50 taxa diferentes, en la parte media de la columna (Pb-7758) la diversidad decrece a sólo 26 diferentes grupos morfológicos, mientras en la cima la diversidad vuelve a incrementarse un poco (Pb-7757) encontrándose 33 taxa.

La muestra Pb-7756 (base de la sección Puente Atoyac) es la más diversa de todas las muestras, *Pinuspollenites* es el taxón más abundante (43%), *Piceapollis* (28%) y *Graminidites* (9%). El 20 % restante corresponde a 47 taxa, lo cual nos está indicando un número muy pequeño de granos por taxa. No hay que olvidar que las gimnospermas al poseer polinización anemófila, son productoras de grandes cantidades de polen. Este factor sin duda está afectando las frecuencias.

En la muestra Pb-7758 (parte media de la sección) *Pinuspollenites*, *Graminidites* y *Piceapollis* son los taxa más abundantes presentando las siguientes frecuencias 43%, 16%, 9% respectivamente, el 30% restante está representado por 23 taxa entre los que destacan por su abundancia en el conjunto *Quercoidites* (4%), *Ulmipollenites* (3.9%), *Clavatipollenites* (2.9%), *Liliacidites* (2%) y *Aglaoreidia* (0.9%). Estas frecuencias como puede verse son bajas pero destacan dentro del conjunto.

La muestra Pb-7757 (cima de la sección Puente Atoyac) presenta la más alta frecuencia de *Pinuspollenites* (46%), *Graminidites* (13%) y *Piceapollis* (13%). El 28% corresponde a los 30 taxa restantes. En estos conjuntos polínicos destaca la abundancia de *Retitricolpites* (1.9%), diversos *Monocolpates* (1.4%), *Chenopodipollis* (2.66%) que se incrementan notablemente en ésta muestra al igual que el género *Eucommia* (2.13%), *Cycadopites* (1.48%) y *Aesculiidites* (0.76%).

Las gimnospermas *Pinuspollenites* y *Piceapollis* son los dos géneros más abundantes en los tres niveles observados. En todos los niveles de esta sección se encontraron algas en abundancia, sin embargo, no se realizó un análisis profundo de su morfología en parte porque dichas algas se encuentran muy fragmentadas. Excepcionalmente se encontraron

restos de artrópodos.

La bioestratigrafía de las dos secciones estudiadas están caracterizadas por la abundancia de *Pinus*, *Picea* y la codominancia de gramíneas.

Zacapala y Puente Atoyac presentan 31 taxa en común (**Ver tabla de Taxa recuperados**) entre los que destacan los palinomorfos que representan a la familia Polypodiaceae, gimnospermas como *Ephedripites*, *Piceapollenites* y *Pinuspollenites*, angiospermas como *Compositoipollenites*, *Bombacacidites*, *Eucommiidites*, *Quercoidites*, *Juglans*, *Engelhardtia*, *Ulmipollenites*, *Clavatipollenites*, *Liliacidites*, *Graminidites*. Así como los grupos parataxonómicos *Monocolpates*, *Tricolpates* y *Tricolporates*.

Taxa recuperados

Familia	Género	P. A. Z.	Nº de Taxa
Esporas con abertura transicional			
Sporites	<i>Sporites</i>		2
Esporas monolete			
Familia Aspleniaceae	<i>Asplenium</i>		1
Familia Lycopodiaceae	<i>Retrimonoletes</i>		4
Familia Polypodiaceae	<i>Echinosporis</i>		1
Familia Polypodiaceae	<i>Laevigatosporites</i>		2
Familia Polypodiaceae	<i>Polypodiites</i>		6
Familia Polypodiaceae	<i>Polypodiisporites</i>		1
Incertae sedis	<i>Bacumonoletes</i>		1
Incertae sedis	<i>Foveomonoletes</i>		1
Esporas trilete			
Familia Anthocerotaceae	<i>Anthocerisporis</i>		2
Familia Lycopodiaceae	<i>Lycopodiumsporites</i>		9
Familia Cyatheaceae	<i>cf. Cnemidaria</i>		1
Familia Cyatheaceae	<i>cf. Shaeropteris</i>		1
Familia Gleicheniaceae	<i>Deltoidospora</i>		2
Familia Pteridaceae	<i>Leptolepidites</i>		3
Familia Selaginellaceae	<i>Echinatisporis</i>		2
Familia Selaginellaceae	<i>Lusatisporis</i>		2
Gimnospermas			
Familia Cycadeoidaceae	<i>Cycadopites</i>		2
Familia Ephedraceae	<i>Ephedripites</i>		3
Familia Pinaceae	<i>Piceapollenites</i>		1
Familia Pinaceae	<i>Pinuspollenites</i>		1
Familia Taxodiaceae	<i>Taxodiaceapollenites</i>		2
Angiospermas (Dicotiledóneas)			
Familia Aceraceae	<i>Sriatricolpites</i>		1
Familia Annonaceae	No se conoce		2
Familia Asteraceae	<i>Compositoipollenites</i>		9
Familia Aquifoliaceae	<i>Ilexpollenites</i>		1
Familia Bombacaceae	<i>Bombacacidites</i>		2
Familia Boraginaceae	<i>Cordia</i>		1
Familia Burseraceae	<i>Bursera</i>		1
Familia Buxaceae	<i>Erdtmanipollis</i>		1
Familia Cactaceae	<i>Cactaceae</i>		1
Familia Caesalpinaceae	Tipo <i>Caesalpinia</i>		1
Familia Chenopodiaceae-Amarantaceae	<i>Chenopodiipollis</i>		2
Familia Eucommiaceae	<i>Eucommiidites</i>		1
Familia Euphorbiaceae	<i>Alchornea sp.</i>		1
Familia Fagaceae	<i>Cupuliferoideaipollenites</i>		1
Familia Fagaceae	<i>Cupuliferoipollenites</i>		1
Familia Fagaceae	<i>Quercoidites</i>		3
Familia Gunneraceae	<i>Gunnerites</i>		1
Familia Hippocastanaceae	<i>Aesculidites</i>		1
Familia Juglandaceae	<i>Juglans</i>		1

Familia Juglandaceae	<i>Engelhardtia sp.</i>	1
Familia Juglandaceae	<i>Momipites aff. triradiatus</i>	1
Familia Juglandaceae	<i>Momipites aff. microcoryphaeus</i>	1
Familia Juglandaceae	<i>Aff. Plicatopollis</i>	1
Familia Lamiaceae	<i>Lamiaceae</i>	1
Familia Malvaceae	<i>Malvacipollis</i>	1
Familia Melastomataceae	<i>Heterocolpites</i>	1
Familia Onagraceae	<i>Corsinipollenites</i>	4
Familia Plumbaginaceae	<i>Armeria</i>	1
Familia Salicaceae	<i>Aff. Populus</i>	1
Familia Salicaceae	<i>Salixipollenites</i>	1
Familia Sterculiaceae	<i>aff. Reevisiapollis</i>	2
Familia Tiliaceae	<i>Triumfetta</i>	1
Familia Ulmaceae	<i>Ulmipollenites</i>	2
(Incertae sedis)		1
Tricolpates	<i>Echitricolpites</i>	2
Tricolpates	<i>Foveotricolpites</i>	2
Tricolpates	<i>Psilatricolpites</i>	1
Tricolpates	<i>Retricolpites</i>	6
Tricolpates	<i>Striatricolpites</i>	2
Tricolporates	<i>Echitricolporites</i>	6
Tricolporates	<i>Foveotricolporites</i>	5
Tricolporates	<i>Psilatricolporites</i>	3
Tricolporates	<i>Retitricolporites</i>	8
Tricolporates	<i>Stephanocolporites</i>	1
Tricolporates	<i>Striatricolporites</i>	4
Tricolporates	<i>Verrutricolporites</i>	3
Diporites	<i>Diporites</i>	1
Echitriporites	<i>Echitriporites</i>	2
Emmapollis	<i>Emmapollis</i>	1
Periporites	<i>Periporites</i>	1
Retriporites	<i>Retriporites</i>	1
Stephanoporites	<i>Stephanoporites</i>	1
Striatriporites	<i>Striatriporites</i>	1
Angiospermas (Monocotiledóneas)		
Familia Arecaceae	<i>Arecipites</i>	2
Familia Chlorantaceae	<i>Clavatipollenites</i>	1
Familia Dioscoreaceae	<i>Dioscoreae</i>	2
Familia Liliaceae	<i>Liliaciidites</i>	1
Familia Poaceae	<i>Graminidites</i>	3
Familia Restionaceae	<i>Aglaoreidia cyclops</i>	1
Familia Restionaceae	<i>Aglaoreidia pristina</i>	1
Familia Restionaceae	<i>Milfordia</i>	1
Incertae sedis	<i>Catinipollis</i>	2
Incertae sedis	<i>Longaperitites</i>	1
Monocolpates	<i>Echimonocolpites</i>	4
Monocolpates	<i>Monocolpites</i>	1
Monocolpates	<i>Retimonocolpites</i>	3
Monocolpates	<i>Verrumonocolpites</i>	1

Zacapala = Z, Puente Atoyac = P.A., Presencia = *, Ausencia = x.

CAPÍTULO 7

DISCUSIONES

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES ACTUALES DE TAXA PRESENTES EN LOS CONJUNTOS PALINOLÓGICOS.

El género fósil *Pinuspollenites* tiene afinidad con el género actual *Pinus* sp. y se ha registrado desde el Cretácico Temprano. Actualmente la gran abundancia de diferentes Pinares se pueden encontrar entre los 1500 y 3000 metros sobre el nivel del mar, altitud característica de tierras templadas frías y subhúmedas (Gómez-Pompa, 1965), pero casi siempre habitan zonas de clima templado o frío. La gran diversidad de especies y variedades de *Pinus* otorgan una gama de diferentes asociaciones que pueden existir. Las comunidades de climas templados forman complejos de vegetación muy variados, siendo frecuente la mezcla de pinos con encinares, estos últimos presentan afinidades esenciales con los pinares, ya que ambos géneros (*Pinus-Quercus*) viven en las mismas zonas. Asimismo existen bosques de *Pinus* en regiones no muy elevadas, incluso a 600 metros de altitud y aún menos, formando muy diversas asociaciones con características ecológicas muy diferentes. En este contexto, *Pinus* puede encontrarse desde climas subtropicales a templados y fríos y por tanto no es un buen indicador ambiental y su presencia no establece una edad precisa en el tiempo geológico. *Pinus* es el género más abundante en las dos secciones estudiadas y esto se debe un tanto al tipo de polinización anemófila que presentan estas plantas.

Piceapollenites ocupa el segundo lugar de abundancia en las dos secciones examinadas, su representante actual es el género *Picea* que en México se encuentra como relictos en montañas de los estados de Chihuahua, Durango y Nuevo León; creciendo en lugares particularmente protegidos y reducidos (Rzedowski, 1978).

Los requerimientos ecológicos de *Picea* se han comparado con los de *Abies*; ambos géneros actualmente llegan a compartir el mismo hábitat, pero ésta asociación no es exclusiva de este tiempo, pues se les ha encontrado juntos en el registro fósil (como la flora miocénica Succor

Creek (Graham, 1965 *In*: Taylor, 1981). Este hecho paleontológico además del aspecto general y la morfología de las hojas permiten reconocer que ambos géneros necesitan de un ambiente húmedo, una temperatura ambiental baja y altitudes entre 2700 y 3500 metros (Rzedowski, 1978). A la vez, las especies mexicanas actuales de *Psudotsuga* y *Picea* ocupan hábitats análogos a *Abies* y forman bosque en altitudes entre 2000 y 3200 metros, en sitios sombríos y húmedos principalmente en laderas de cañadas y barrancas o valles protegidos, por lo general ocupan superficies muy reducidas en medio de pinares.

El género *Graminidites* representa el tercer lugar en abundancia en las dos secciones analizadas. Las gramíneas se encuentran en hábitats muy variables, en regiones de clima tropical a templado frío, son cosmopolitas; sus asociaciones a menudo cubren grandes extensiones donde las especies de la familia son dominantes. Pueden encontrarse en regiones áridas formando pastizales o dentro de zonas húmedas cálidas básicamente formando sabanas. Aunque los granos de polen gramínoides datan desde el Paleoceno, hoy esta familia es bien conocida en todo el mundo y sus grupos presentan diversas asociaciones ya sea con otras gramíneas, arbustos o árboles como *Quercus* y *Pinus* en zonas de declive o forman zacatonales en las serranías.

El género *Quercoidites* se encuentra representado en las dos secciones, pero es más abundante en Puente Atoyac. *Quercus* se puede encontrar en diferentes hábitats, desde tropicales, desérticos hasta templados fríos; se distribuye en el hemisferio norte, forma parte de diferentes asociaciones. El género *Quercus* puede encontrarse formando bosque mixto de Pino-Encino, donde frecuentemente los pinos ocupan el estrato superior, en este tipo de comunidades las compuestas y gramíneas están bien representadas, pueden existir otras hierbas de las familias Labiatae, Liliaceae y Onagraceae. Por otro lado, *Quercus* puede encontrarse en áreas que climáticamente son secas, como el chaparral.

El género *Ulmipollenites* presenta afinidad con el género *Ulmus* que en México, se desarrolla en el límite superior de las selvas altas perennifolias o el límite inferior del bosque caducifolio entre 500 y 1900 metros de altitud (Pennington y Sarukhán, 1998), *Ulmus* requiere ambientes húmedos y clima subtropical a templado frío, se distribuye básicamente en el hemisferio norte. En México *Ulmus* puede encontrarse en bosque mesófilo de

montaña. En depósitos del Eoceno y más recientes, los registros de *Ulmipollenites* son muy abundantes. *Ulmipollenites* está mejor representado en la sección Puente Atoyac.

Chenopodipollis; en la actualidad y en el registro fósil es difícil discernir en el polen cuándo un grano corresponde a la familia Chenopodiaceae o Amaranthaceae. Hoy día, la familia Chenopodiaceae presentan una distribución cosmopolita, aunque especialmente se encuentra en regiones desérticas o semidesérticas; mientras las Amaranthaceae, están ampliamente dispersas en regiones tropicales y subtropicales, con relativamente pocas especies en países más fríos (Cronquist, 1981). Por tanto *Chenopodipollis* no juega un papel muy importante en la determinación ambiental ni en la asignación de una edad geológica. *Chenopodipollis* sólo se encuentra en la sección Puente Atoyac (Municipio de Coatzingo) y su abundancia se incrementa hacia la cima de la columna.

Momipites (*Engelhardtia*) es poco abundante en las muestras, sin embargo, se encuentra representado en las dos secciones. Actualmente forma parte del bosque mesófilo de Tamaulipas y Oaxaca, se encuentra mejor representado entre 1400 y 1800 metros de altitud y sobre laderas con grandes pendientes, en suelos húmedos y en bosques tropicales, en clima subtropical a cálido templado. Se encuentra como relictos en Centroamérica y el sureste de Asia; durante el Terciario tuvo muy amplia distribución en el hemisferio norte (Rzedowski y Palacios, 1977). *Engelhardtia* en México, se encuentra formando parte de diferentes asociaciones, con árboles como *Ilex*, *Alchornea* (entre 1400 y 1600 metros de altitud), *Quercus* y *Pinus* (por arriba de los 2000 metros) también es frecuente la presencia de pteridofitas; con elementos de la familia Melastomataceae y esporas del género *Cyathea*. Algunos de los taxa fósiles encontrados en Zacapala nos hacen pensar en la existencia de un bosque mesófilo, ya que este bosque en nuestros días se presenta en muy diversas asociaciones donde pueden diferir las especies dominantes. La altitud a la que se encuentran estos bosques va de los 400 a 2900 metros; ocupan sitios más húmedos que los típicos bosques de *Quercus* y *Pinus* y más cálidos que los bosques de *Abies*, pero más frescos que los que condicionan la existencia de los bosques tropicales.

Liliacidites, ocurre a partir del Cretácico, a lo largo del Terciario y depósitos más recientes. En la actualidad la familia Liliaceae se encuentra ampliamente distribuida en el mundo, pero

es más abundante y variada en regiones secas, templadas a subtropicales. Se encuentra representado este género en ambas secciones siendo mayor su frecuencia en la sección Puente Atoyac.

Clavatipollenites, se presenta desde el Cretácico, su representante actual es el género *Ascarina* que se encuentra distribuido ampliamente en partes tropicales y subtropicales del mundo. Este género se encuentra escasamente representado en la sección Zacapala y está presente en los tres niveles de Puente Atoyac.

Aesculiidites en la flora actual es conocido con el nombre de *Aesculus* de la familia Hippocastanaceae, la cual se distribuye en climas templados. Se encuentra en el continente americano incluyendo México, en Europa y Asia. Este género está pobremente representado en las secciones Zacapala y Puente Atoyac.

Ephedripites cuyo representante actual es el género *Ephedra*, su distribución está más controlada por la humedad que por la temperatura. Es abundante en regiones cálidas y secas de Norte América y México, hay algunas ocurrencias en el norte de Siberia en el círculo ártico y en el Tíbet (alpino) ambos lugares son fríos y muy secos. (Staplin *et al.*, 1966). En México actualmente el género *Ephedra* puede formar parte del matorral xerófilo (Rzedowski, 1978). *Ephedra* se encuentra relativamente mejor representado en la sección Zacapala.

Juglans, actualmente está distribuido en el hemisferio norte requiere de climas subtropicales a cálidos templados. En la actualidad la familia Juglandaceae está ampliamente distribuida en partes templadas y subtropicales del hemisferio norte (en el este de Asia, sureste de Estados Unidos de América) y una pocas especies se extienden a América del Sur (en los Andes) y en islas del suroeste Pacífico. Con respecto a México, en el estado de Nuevo León (Muller, 1939; Rojas-Mendoza, 1965; *In*: Rzedowski, 1978,) reconocen que *Juglans* puede estar asociado *Quercus* y *Carya* formando un bosque mediano subcaducifolio a una altitud de 800 a 1500 metros, además pueden existir algunos pinos. La importancia de *Juglans* en este estudio es que en localidades aledañas se ha reportado para el Eoceno (Martínez y Ramírez, 1996, 1999).

El género *Salixipollenites* hoy día lo conocemos como *Salix*, presenta una distribución muy amplia en el país se encuentra desde el nivel del mar hasta unos 2500 metros de altitud. Crece preferentemente en riberas de los ríos y zonas más o menos permanentemente inundadas (Pennington y Sarukhán, 1998). Este taxa sólo se encontró en la sección Puente Atoyac con frecuencias relativas muy bajas.

TAXA DE INTERÉS CRONOESTRATIGRÁFICO

Aglaoreidia es considerado un género índice por su distribución limitada del Eoceno superior al Oligoceno temprano de Inglaterra y Alemania. En el sureste de América del Norte (Frederiksen, 1969 In Fowler, 1971), *Aglaoreidia* se ha recuperado en depósitos del Eoceno superior.

En su estudio realizado en el sur de Inglaterra Fowler (*op. cit.*), cita dos especies; *Aglaoreidia cyclops* fue consistentemente encontrada en asociación con géneros acuáticos indicando que la zona de depósito fue un hábitat de agua dulce. Mientras *A. pristina* se encontró asociada a algunas especies de moluscos. Es posible que *A. pristina* fue una planta acuática como *A. cyclops*, pero vivió como una planta pionera en un medio ambiente salobre. Lo que queda muy claro es que ambas especies tenían mucho requerimiento de agua. Es importante señalar que este género sólo está presente en la sección Puente Atoyac, alcanzando su máxima frecuencia a la mitad de la columna muestreada.

El género *Eucommiidites* estuvo bien representado en el hemisferio norte durante el Terciario y alcanzó su máxima amplitud de distribución durante el Eoceno (Leopold y Macginitie 1972). Las especies de *Eucommia* en el Terciario ocuparon latitudes medias y bajas de América del Norte, Europa y Asia. En la actualidad, sólo quedan poblaciones naturales de *Eucommia ulmoides* en el oeste de China (Cronquist, 1981), en regiones boscosas montañosas templadas. *Eucommia* alcanza sus más altas frecuencias en la cima de la sección Puente Atoyac, aunque se presenta en todos los niveles, en el conjunto polínico de Zacapala también se encuentra éste género.

Es importante fijar nuestra atención en *Eucommiidites* que ha sido encontrado en varias ocasiones en estudios paleobotánicos y palinoestratigráficos de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Magallón-Puebla y Cevallos-Ferriz, 1994); dichas investigaciones concuerdan en que los sedimentos pertenecen a una edad Terciaria Eoceno-Oligocénica.

La importancia de *Momipites* (*Engelhardtia*) radica en que este género fósil sigue conservando su valor cronoestratigráfico, en América del Norte se han calibrado algunas hemerzonas que van desde el Paleoceno al Mioceno (Nichols, 1973); sin embargo, *M. triradiatus* es índice únicamente para el Paleogeno mientras *M. microcoryphaeus* caracteriza estratos eocénicos. En México dicho género está bien calibrado para el Eoceno tardío de Nuevo León y Tamaulipas (Martínez, Hernández y Sánchez, 1980) y se ha reportado para el Eoceno de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez y Ramírez, 1996, 1999). En las secciones analizadas *Momipites* presenta mayor diversidad en la sección Puente Atoyac.

Respecto al género fósil *Compositoipollenites* cuyos representantes actuales son las compuestas existe mucha controversia en cuanto a su primera ocurrencia (Graham, 1987). En América latina el polen más antiguo fue encontrado en las formaciones Culebra, Cucaracha (ambas de Panamá) y Uscari (Costa Rica) de edad Mioceno inferior. En la costa del Golfo en EUA., se reportan compuestas desde el Mioceno temprano al Oligoceno tardío Graham (1994). En muchas localidades del mundo y en todos los continentes, existen reportes de *Compositoipollenites* pero generalmente estas ocurrencias se encuentran en el rango cronológico Oligoceno tardío-Mioceno tardío. Estas referencias ponen en tela de juicio la edad de los conjunto palinológicos encontrados en Coatzingo y Zacapala, dado que en estos, algunos taxa como *Aglaoreidia* y *Momipites* están muy bien calibrados en el registro fósil para el Paleógeno.

En cuanto a la familia Compositae en México, existe un reporte para el Paleoceno-Eoceno en Baja California (Cross y Martínez-Hernández 1980 In: Graham, 1994) y sin duda, este es el reporte más antiguo de América aunque Graham (1994) cuestiona la ocurrencia de las compuestas en centro o sur América en el Eoceno. Existen algunos reportes que no están bien sustentados y que colocan a las compuestas de una edad más antigua a la mundialmente reconocida. Gruas-Cavagneto (1978) registra granos "cf. Compositae (*Artemisia*)" para el

Eoceno temprano y medio de Francia pero existe la duda de que estos granos realmente pertenezcan a las compuestas por que según se reporta, no se pudieron observar las espinas que caracterizan al género. Rotman (1973) reporta polen de *Artemisia* en el Paleoceno del sur de Rusia, pero este reporte es dudoso (Muller, 1981).

Para el Paleoceno tardío-Eoceno tardío de Alemania, se encuentran registradas las compuestas (Thomson & Pflug 1953; Krutzsch 1957, 1961; Pflug 1957; Kedves 1970 a; *In*: Thiele-Pfeiffer, 1989). Estos reportes sustentan de una manera más confiable (por las fotos que presenta Thiele-Pfeiffer, 1989) la antigüedad de las compuestas. Más allá de creer que los sedimentos de Coatzingo y Zacapala sean más recientes, todo el conjunto y en particular el género índice *Aglaoreidia*, sustentan la antigüedad del depósito. *Compositoipollenites* está presente en las dos secciones estudiadas y aunque la frecuencia de este taxa fósil es muy baja, la diversidad es muy importante. Dada la gran diversidad de los granos de polen recuperados para este estudio, la abundancia y los endemismos de compuestas que existen en la flora mexicana actual, no es difícil pensar en un origen más antiguo que el usualmente aceptado por la comunidad mundial. Además, hace más de un siglo se sabe que en México se localizan más géneros y más especies de Asteraceae que en cualquier otra parte del mundo (Rzedowski, 1978) y en las muestras analizadas para esta tesis, se encontró una gran diversidad morfológica de granos de la familia Asteraceae.

En cuanto a los granos de polen incluidos en los grupos parataxonómicos puede decirse que, constituyen potencialmente indicadores de tipos de vegetación, afinidad fitogeográfica, climática indican también, edades geológicas. Además, algunos de los granos de polen o esporas podrían ser índices palinoestratigráficos pero, llegar a ésta conclusión requiere de numerosos análisis en diversos afloramientos del país.

Dada la coincidencia de algunos elementos palinológicos en los conjuntos de Zacapala y Puente Atoyac con los conjuntos de Ahuehuetes, Barranca Abuelo y Chigmecatitlán (Martínez y Ramírez, 1999), se puede decir que todas éstas secciones son correlacionables entre sí y, pertenecen a la cuenca Coatzingo-Tepexi (Silva *et al.*, 2000).

FLORA TERCIARIA Y ORIGEN DE LA FLORA MEXICANA

Las floras Terciarias se han investigado en todo el mundo y en diferentes tipos de sedimentos; los primeros trabajos con un enfoque hacia la historia de la vegetación, basados en informes geológicos y biológicos sin duda son los de Ralph Chaney (1947) quien reconoce que las rocas geológicas del Terciario proporcionan los datos más confiables hasta ahora disponibles para entender mejor los centros de distribución y origen de la vegetación actual.

En México entre los botánicos existe una gran controversia acerca del origen de la flora por tanto, es importante considerar al registro fósil como alternativa para conocer parte de su historia. Como es sabido, nuestro país actualmente cuenta con una gran diversidad en lo que a flora se refiere, sin embargo, no se sabe a ciencia cierta su significado fitogeográfico, su origen y desarrollo. Varios autores concuerdan en que esta diversidad, no sólo se debe a condiciones fisiográficas, geológicas y climáticas sino también como sugieren Raven y Axelrod (1974), Sharp, (1953), Rzedowski (1981) y otros, a la introducción de elementos meridionales sudamericanos y boreales norteamericanos-euroasiáticos en tiempos pasados así como elementos que se desarrollaron *in situ*. Al respecto, Rzedowski, 1978 sugiere que el país debe ser considerado como un importante centro de evolución de floras, sobre todo durante el Cenozoico, dichas hipótesis que se ha venido confirmando con trabajos paleobotánicos y palinológicos. La palinoestratigrafía, ha jugado un papel muy importante al ser los granos de polen y esporas las partes de una planta que mejor se preservan como fósiles por presentar estructuras resistentes y por mostrar características morfológicas útiles para delimitar de una manera confiable diferentes niveles taxonómicos; estas cualidades, han hecho posible conocer parte de la diversidad de la flora fósil mexicana.

Los conjuntos polínicos de Zacapala y Coatzingo nos indican que los estratos estudiados son de una edad Eoceno-Oligoceno (**Figura 8**); muchos de los granos de polen y esporas pudieron ser asignados a taxa recientes, de esta manera, la interpretación de estos conjuntos es hasta cierto punto más confiable que si se tratará de un conjunto más antiguo del que no conocemos muchas de sus afinidades botánicas.

Taxa de interés cronoestatigráfico

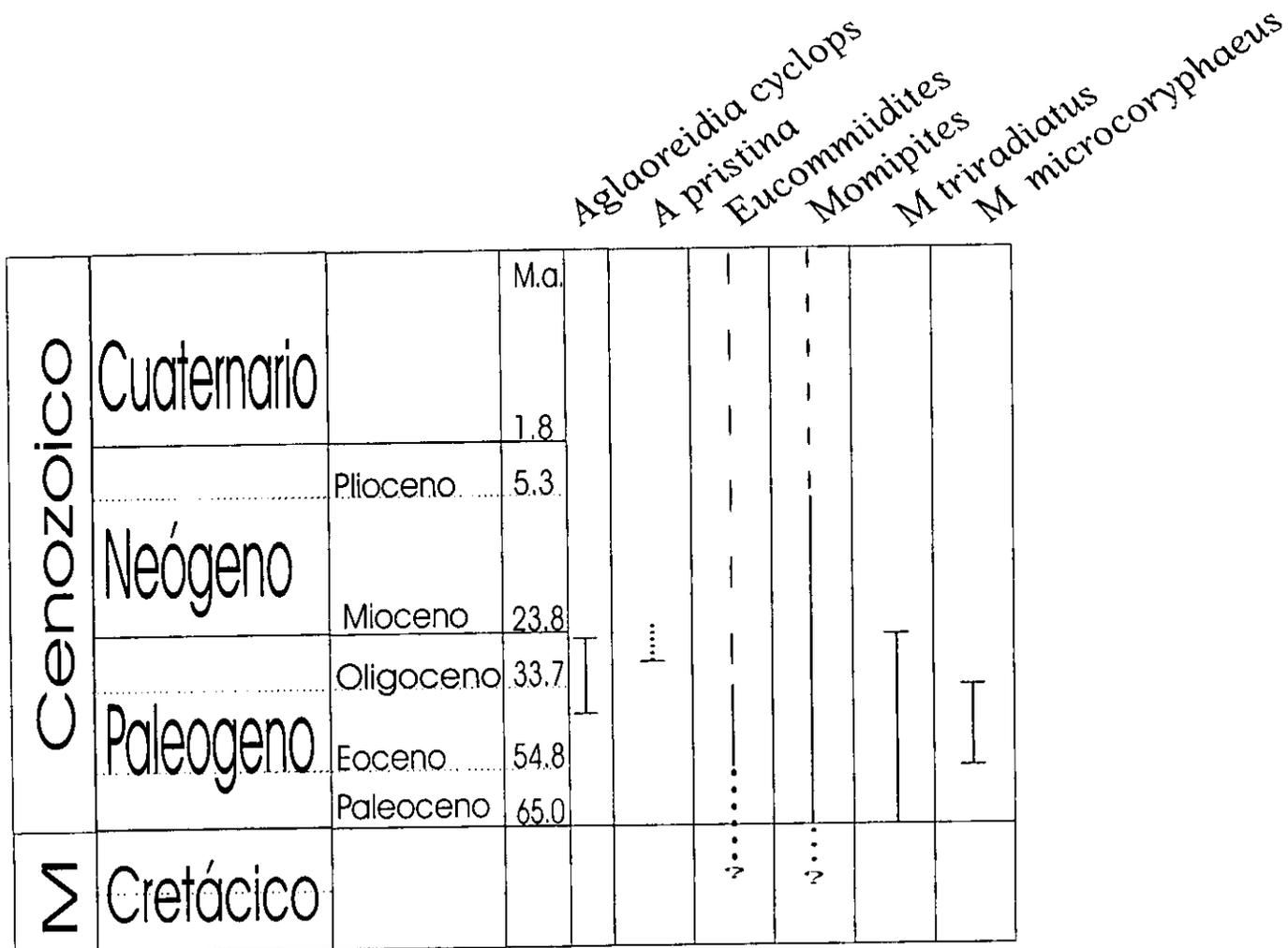


Fig. 8. Se observa el rango cronoestratigráfico de los géneros y especies que permitieron fechar los conjuntos polínicos de Zacapala y Puente Atoyac.

Es importante resaltar que las secciones Zacapala y Puente Atoyac presentan una gran abundancia de gramíneas, este hecho es de gran interés y refuerza que México es el país norteamericano donde primero aparece este grupo tal como lo reconocen Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, (1996, 1999) para el Eoceno tardío de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla.

Se encontraron varias compuestas que sugieren diversificación muy temprana de este grupo en nuestro país, esto es muy importante porque en este trabajo se da uno de los reportes más antiguos de la familia Asteraceae en el mundo.

En los conjuntos analizados se pudo observar que México posee elementos Laurásicos y Gondwánicos así como palinomorfos que le están dando identidad propia a los conjuntos y muchos de estos granos ni siquiera están determinados, en este sentido es necesario revisar más afloramientos y reconocer lo mejor posible las afinidades taxonómicas de los granos de polen y esporas que contienen las rocas.

AMBIENTES DE DEPÓSITO

Fries (1960) considera que el grupo Balsas se depositó en cuencas lacustres. Fernández (1985) sugiere que en la zona de Tepexi de Rodríguez, el depósito también se efectuó en cuencas lacustres por la erosión que sufrieron las formaciones Cretácicas durante el Terciario, sin embargo, los autores no sustentan la presencia de un medio de depósitos lacustres.

Las rocas sedimentarias clásticas llegan a ser verdaderas colecciones de capas consolidadas compuestas de partículas de rocas de diversa procedencia, son de gran utilidad en la interpretación del ambiente. Pero la litología en sí misma no es concluyente en cuanto a los ambientes de depósito.

La litología presente en las dos secciones como las lutitas, nos indica un ambiente

sedimentario de baja energía, mientras las limolitas nos indican un ambiente sedimentario de energía moderada a alta, y los yesos, definen una zona de alta evaporación (costa, lagos secos, lagunas someras) (Hamblin y Howar 1971; *In*: Zoilo, 1992).

La evidencia palinológica apoya la existencia de un medio lacustre dada la presencia de numerosas algas y querógeno sapropélico.

Algunos grupos que apoyan fuertemente los altos requerimientos de humedad, son los géneros de la familia Restionaceae que actualmente posee hierbas que crecen en zonas costeras con otros taxa como *Catinipollis*, *Ilexpollenites*, *Salixipollenites*, esporas de la familia Aspleniaceae y Selaginellaceae que muy probablemente compartieron el mismo hábitat.

En la misma región se han estudiado afloramientos correspondientes al municipio de Tepexi de Rodríguez (Martínez y Ramírez 1996, 1999) donde se reporta la presencia de los géneros *Pediastrum*, *Debarya* y *Mougottia* que, permitieron concluir a los autores que las rocas fueron depositadas en un ambiente lacustre. Dado el parecido palinológico de las secciones estudiadas por Martínez y Ramírez *op cit.*, pueden correlacionarse con las secciones Zacapala y Puente Atoyac.

TIPOS DE VEGETACIÓN

Los conjuntos de granos de polen y esporas indican que en las localidades de Zacapala y Coatzingo, existieron diferentes tipos de vegetación distribuidos en un gradiente altitudinal.

En la parte más alta destaca la existencia de un bosque de *Piceapollenites* seguramente acompañado de algunas gramíneas; hacia estratos un poco más inferiores es posible la existencia del género *Pinuspollenites* también formando un bosque, pero *Pinuspollenites* pudo haber compartido el hábitat con *Quercoidites* dando lugar al bosque Pino-Encino. *Quercus* actualmente puede ser encontrado como elemento de un bosque mesófilo de

montaña y con base a esto, podría decirse que *Quercoidites* posiblemente estuvo asociado con *Momipites* (*Engelhardtia*), *Juglans*, *Eucommiidites*, *Ilexpollenites*, *Psilatricolpites* (género actual *Alchornea*), integrantes de la familia Melastomatacea y esporas del género *Cyathea*, constituyentes de la familia Dioscoreaceae, *Ulmipollenites*. Debajo de este gradiente pudo encontrarse el género *Ephedripites* cuyo representante actual (*Ephedra*), se ha encontrado junto con otras plantas, formando un matorral xerófilo. En los niveles mencionados es posible la compañía de gramíneas formando o no zacatonales, compuestas, labiadas, onagráceas, chenopodiaceae-amaranthaceae y otras plantas que no se pueden ubicar de una manera altitudinal más precisa, ya que éstas herbáceas son cosmopolitas por lo que aportan muy poco en cuanto a su ubicación en un gradiente altitudinal de vegetación; la presencia de Chenopodiaceae, Poaceae, Asteraceae, hacen suponer prolongadas épocas de sequía. Más abajo del gradiente quizá prevalecieron predominantemente las palmas y ya en el último estrato o quizá distribuidos en zonas riparias, aquellas plantas con grandes requerimientos de agua como *Aglaoreidiapollis*, *Milfordiapollis*, *Psilatricolpites*, *Ilexpollenites*, *Salixipollenites* y Pteridophytas.

En resumen, los conjuntos palinológicos nos están indicando que prevalecieron climas fríos, templados y tropicales pero con un alto grado de humedad en el ambiente.

Puede decirse que las unidades estudiadas fueron depositadas en un lago con abundancia de algas de agua dulce, ésta cuenca lacustre estaba a una paleoaltitud cercana al nivel del mar, como lo demuestra la presencia de la familia Restionaceae.

CONCLUSIONES

Las secciones analizadas para éste trabajo constituyen un libro abierto a la historia y desarrollo de la flora mexicana.

Las dos secciones analizadas se pueden correlacionar entre sí y con las secciones Ahuehuetes, Barranca Abuelo y Chigmecatitlán debido al parecido de sus conjuntos polínicos y por pertenecer a las cuencas Cenozoicas de Coatzingo-Tepexi.

Con base en los conjuntos polínicos y géneros *Agloneidia*, *Eucommia*, abundancia y diversidad de *Momipites* (*Engelhardtia*) se sugiere una edad Eoceno-Oligoceno para las secciones Zacapala y Puente Atoyac, por tanto; éstas secciones pertenecen al grupo Balsas (Fries, 1960).

Al relacionar los taxa fósiles a grupos de plantas modernas, se puede concluir que existieron diferentes comunidades distribuidas en un gradiente altitudinal, encontrando desde climas fríos a tropicales pasando por templados y todos ellos con altos grados de humedad.

Los conjuntos dan como resultado un mosaico climático con un número muy grande de variantes, cuyo estudio y clasificación adecuada resultaría bastante difícil de establecer dada la plasticidad adaptativa que presentan actualmente los grupos afines.

Es importante continuar explorando diferentes afloramientos, describiendo e interpretando la diversidad de los palinomorfos con el fin de dar a nuestro país una identidad paleontológica.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- APPLEGATE, P. S. ESPINOSA, A. L. Y POMPEYO, L. N. 1984. Libroto guía de la excursión "Las calizas litográficas de la cantera Tlayúa, en Tepexi de Rodríguez, Puebla". Sociedad Geológica Mexicana VII Convención Geológica Nacional.
- AYALA-NIETO, M. L., ROSALES-LOMELÍ, J., MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. 1993. Investigación taxonómica y cronoestratigráfica de los palinomorfos del Terciario de la región sur. Instituto Mexicano del Petróleo, Proyecto CAO-3105, 51 pp. (Informe inédito).
- BIAGGI, E. R. 1978. Palynology and Paleoecology of some Oligo-Miocene sediments from Chiapas, Mexico. Master Science Thesis, Walla College, California, USA, 64 pp.
- BOLKHOVITINA, N. A. 1953. Spore-pollen characteristic of Cretaceous deposits of central regions of the USSR (in Russian). Akad. Nauk SSSR Geol. Inst. Trudy, 145: 1-184.
- BRONCKERS, F. 1967. Les nomenclatures en Palynologie. Bull. Soc. Bot. Belgique, 101: 23-35.
- CAVAGNETTO-GRÚAS C. ET KÖLER, E. 1992. Pollens fossiles d'Euphorbiacées de l' Eocène français. Grana 31:291-304.
- COOKSON, I. C. & PIKE, K. M. 1954. Some dicotyledonous pollen types from Cainozoic deposits in the Australian region. Australian Journal of Botany., 2: 197-219.
- COUPER, R. A., HARRIS, W. K., COOKSON, C. I. & DUGAN, L. S. 1950. Terminology and nomenclature for fossil pollen and spores. Abstracts Palynological Conference, Bromma.
- COUPER, R. A. 1960. New Zealand Mesozoic and Cainozoic plant microfossils. New Zealand Geol. Surv., Paleont. Bull. 32: 1-87.
- CREPET, W. L. & FREDMAN, G. D. 1991. The earliest remains o grasses in the fossil record.

American Journal of Botany 78: 1010-1014.

- CRONQUIST, A. 1980. Botánica básica. Compañía editorial. Continental, S. A., México. 587 pp.

- CRONQUIST, A. 1981. An integrated System of Classification of Flowering Plants. With a New Foreword by Armen Takhtajan. Columbia University Press. New York. 1262 pp.

- CSERNA, ZOLTAN DE, PALACIOS-NIETO, M. Y PANTOJA, A. J. 1978. Relaciones de facies de las rocas cretácicas en el noroeste de Guerrero y áreas colindantes de México y Michoacán. Univ. Nat. Autón. México, Inst. Geología. 2:8-18.

- DA SILVA, P. R., UESUGUI ET DA SILVA, S. 1974. Palinología dos sedimentos mesozoicos do Brasil (I). Bol. Técnico Petrobras, Rio de Janeiro, 17 (3): 177-191.

- DELCOURT & SPRUMONT. 1955. Mem. Soc. Belge. Geol., n. s. In 4, N°5 p. 31.

- DRUGG, W. S. 1967. Palinology of the Upper Moreno Formation (Late Cretaceous-Paleocene) Escarpado Canyon, California. Paleontographica, Abt. B, 120: 1-71.

- EL GHAZALI GAMAL E. B. 1990. An illustrated key to endoaperture morphology. Review Paleobotany and Palynology 63: 227-231.

- ELSIK, W. C. 1968. Palynology of a Paleocene rockdale lignite, Milam County, Texas. I. Morphology and Taxonomy. Pollen et Spores, Paris 10 (2): p. 632.

- ELSIK, W. C. 1974. Characteristic Eocene Palynomorphs in The Gulf Coast, USA. Paleontographica Abt. B. 149 Lfg. 90-111. With 4 Plates, 8 Text-fig. and 2 Tables.

- ELSIK, W. C. 1978. Palynology of Gulf Coast lignites; the stratigraphic framework of depositional environments: In: W. R. Kaiser, ed., Gulf Coast Lignite Conference. Texas Univ. Bur. Econ. Geology, Rept. Invest. 90: 21-23.

- EMBERGER, L. 1968. Les Plantes Fossiles. Dans Leurs Rapports avec les Végétaux Vivants. 2°

Edición. Masson et Cie, Edit. 758 pp.

- ERDTMAN, G. 1948. Geol. Fören. Stockholm Förh. , Bd, 70, H. 2, N°453 p.267.

- ERDTMAN, G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy, I. Almqvist & Wiksell, Stockholm.

- ERDTMAN, G. 1960. On three new genera from the Lower Headon Beds, Berkshire. Botaniska Notiser, Lund. 113, fasc.1, p.40, 46.

- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. 1989. Textbook of Pollen Analysis. Capítulo: 11.3.3. Microscopic technique, p. 217-219. IV Edición Faegri, K., P. E. Kaland y K. Krzywinski, Jon Wiley & Sons, New York, 328 pp.

- FAIRCHILD, W. W. & ELSIK, C. W. 1969. Characteristic palynomorphs of the Lower Tertiary in the Gulf Coast. Paleontographica Abt. B. 128. Liefg. 3-6 81-89. With Plates 37-38 and 3 Figures in the text.

- FERNÁNDEZ, B. S. 1985. Levantamiento a detalle de columnas estratigráficas en el área de Tepexi de Rodríguez, Puebla, "Cantera de Tlayúa". Petróleos Mexicanos. (Superintendencia general de distritos de exploración petrolera. 29 pp. Más ilustraciones.

- FOWLER, K. 1971. A new species of *Aglaoreidia* Erdtm. from Eocene of Southern England Pollen et Spores, 13: 1. 135-141 pp.

- FREDERIKSEN, O. N. & CHRISTOPHER, A. R. 1978. Taxonomy and Biostratigraphy of Late Cretaceous and Paleogene triartrite Pollen from South Carolina. Editor Vaughn M. Bryant Jr. American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation. Dallas, Texas U. S. A. 2: 93-112 pp.

- FREDERIKSEN, O. N.; CARR, R. D.; *et al.*, 1983. Middle Eocene palynomorphs from San Diego, California. American Association of Stratigraphic Palynologists. Contributions Series

Number 12. 155 pp.

- FREDERIKSEN, O. N. 1988. Sporomorph Biostratigraphy, Floral Changes, and Earliest Oligocene of the Eastern Gulf Coast. U. S. Geological Survey. Denver Colorado. I, 19. 16: 1448.

- FREDERIKSEN, O. N. 1989. Eocene Sporomorph Biostratigraphy of Southern California. Paleontographica Abt. B. Bd. 211: 135-179.

- FRIES, CARL, JR. 1960. Geología del estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero. Región central meridional de México. UNAM. Instituto de Geología. Boletín 60. 236 pp.

- GERMERAD, J. H., HOPPING, C. A. & MULLER, J. 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. Review Palaeobotany and Palynology, 6: 348 pp.

- GÓMEZ-POMPA, A. 1965. La vegetación de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 29: 76-120.

- GONZÁLEZ, F. L. G. 1988. Biometría y morfología de algunas especies del género *Quercus* en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, D. F., México.

- GONZÁLEZ-GUZMÁN, A. E. 1967. A palynological study on the Upper Los Cuervos and Mirador Formations (Lower and Middle Eocene; Tibú Area Colombia). Leiden. E. J. Brill.

- GRAHAM, A. 1976. Studies in neotropical paleobotany; the Miocene communities of Veracruz. Ann. Missouri. Bot. Gard. 63: 787-842

- GRAHAM, A. 1987. Miocene Communities and Paleoenvironments of Southern Costa Rica. American Journal of Botany. 74 (10): 1501-1518.

- GRAHAM, A. 1988. Studies in Neotropical Paleobotany. V. The Lower Miocene Communities of

Panama The Culebra Formation. Ann. Missouri Bot. Gard. 75: 1440-1466.

- GRAHAM, A. 1996. A contribution to the Geologic History of the Compositae. In D.J.N. Hind & H.J. Beentje (eds). *Compositae: Systematics. Proceedings of the International Compositae Conference, Kew, 1994.* (D.J.N: Hind, Editor), 1:123-140. Royal Botanic Gardens, Kew.
- GRAHAM, A. Factores históricos de la diversidad biológica de México. Capítulo 2. 109-127 pp. *In: Ramamoorthy, T. P., Bye, R. Lot, A., Fa, R. (Compiladores) 1998. Diversidad Biológica de México. Orígenes y distribución. Instituto de Biología UNAM.*
- GRAHAM, A. & JARZEN, M. D. 1969. Studies in Neotropical Paleobotany. 1. The Oligocene communities of Puerto Rico. Ann. Missouri Bot. Gard. 56: 308-357.
- GRAY, J. & SOHMA, K. 1964. Fossil *Pachysandra* from western America with a comparative study of pollen in *Pachysandra* and *Sarcococca*. American Journal of Science. 262:1159-1197.
- HAMMEN, T. VAN DER. 1954. El desarrollo de la flora Colombiana en los períodos geológicos. Del Maestrichtiano hasta el Terciario más inferior (Una investigación Palinológica de la Formación de Guadas y equivalentes). Edit. Argra. Bogotá, Colombia. Boletín Geológico Tomo II, N°1. 49-106 pp. Pl. L-VII y 1-21.
- HAMMEN, T. VAN DER. 1956. Nomenclatura Palinológica Sistemática (Con 12 planchas) Boletín Geológico. Tomo IV, N°2-3 Bogotá. 23-62, 12 láminas.
- HAMMEN, T. VAN DER. & WYMSTRA, T. A. 1964. A palynological study on the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana. Leidsch Geologische Mededeelingen, Luiden, 30:183-241.
- HARRIS, W. K. 1965. Basal Tertiary microfloras from the Princeton area, Victoria, Australia. Palaeontographica. 115: 75-106.

- IBRAHIM, A. C. 1933. Sporenformen des Aegirhorizonts des Ruhr-Reviers. Tritsch. Werzburg.
- JANSONIUS, J. & HILLS, L. V. 1976, 1978 and 1998. Genera file of fossil spores and pollen. special publication, Department of Geology University of Calgary, Alta; Canada.
- JANSONIUS, J. 1978. A Key to the genera of fossil angiosperm pollen. Review of Paleobotany and Palynology. 26: 143-172.
- JANSONIUS, J & Mc GREGOR, D. C. (Editors) 1996. Palynology: Principles and applications. Volume 1 Principles. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.
- KHLONOVA, A. F. 1960. Species composition of pollen and spores in Upper Cretaceous deposits of the Chulymo-Yenisei depression. Akad. Nauk SSSR, Sibirsk. Otdelleniye. Inst. Geologii i Geofiziki., Trudi, 3: 1-323.
- KRUTZSCH, W. 1959. Mikropalaeontologische (sporenpalaeontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geisseltales. Geologie Beihefte, 21-22: 1-425.
- KRUTZSCH, W. 1962. Stratigraphisch bzw. Botanisch wichtige neue sporen und pollenformen aus dem deutschen Tertiaer. Geologie, Jahrg. 11 (3): 256-306.
- KRUTZSCH, W. 1963. Atlas der Mittel- und Jungtertiären dispersen sporen- und pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferungen III. Sphagnaceoide und selaginellaceoide sporenformen. Mitteilung aus dem Zentralen Geologischen Institut Berlin. 128 pp.
- KRUTZSCH, W. 1966. Zur Kenntnis der praequartaeren periporaten Pollenformen. Geologie, Beihefte. 15 (55): 16-71.
- KRUTZSCH, W. 1967. Atlas der Mittel- und Jungtertiären dispersen sporen- und pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferungen IV und V. Weitere azonite (apiculate, murornate), zonotrilete, monolete und alete sporenformen. Mitteilung aus dem

Zentralen Geologischen Institut Berlin. 232 pp.

- KRUTZSCH, W. 1971. Atlas der Mittel- und Jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferungen VI. Mitteilung aus dem Zentralen Geologischen Institut Berlin.

- KRUTZSCH, W & VANHOORNE. 1977. Die pollenflora von epinois und loksbergen in Belgien. Palaeontographica. 163: 1-110.

- LANGENHEIM, J. H., HACKNER, B. L. & BARTLETT, A. 1967. Mangrove pollen at the depositional site of Oligo-Miocene amber from Chiapas, México. Botanical Museum Leaflets, Harvard University 21:289-324.

- LEIDELMEYER, P. 1966. The Paleocene and lower Eocene pollen flora of Guyana. Leidse Geol. Meded. 38:49-70.

- LEOPOLD, B. E. & MACGINITIE, D. H. 1972. Development and affinities of Tertiary floras in the Rocky Mountains. Chapter 12. *In*: GRAHAM A. Floristics and paleofloristics of Asia and North America. Elsevier Publishing Company, Amsterdam. Printed in the Netherlands. 147-197 pp.

- MABBERLEY, D. J. 1993. The plant book. A portable dictionary of the higher plants. Cambridge University Press. 707 pp.

- MACGINITIE, H. D., LEOPOLD, B. E. & ROHRER, L. W. 1974. An early Middle Eocene flora from the Yellowstone-Absaroka Volcanic province, northwestern Wind River Basin, Wyoming. University of California Press. Publication in Geological Sciences. 108: 1-103.

- MAGALLÓN-PUEBLA. S. 1994. Estudio morfológico y anatómico de órganos reproductivos de plantas fósiles del Cenozoico superior de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias UNAM. 116 pp.

- MAGALLÓN-PUEBLA S. Y CEVALLOS-FERRIZ S. R. S. 1994. *Eucommia constans* n. sp. fruits from Upper Cenozoic strata of Puebla, Mexico: Morphological and anatomical Comparison with *Eucommia ulmoides* Oliver. Int. J. Plant Sci. 155(1): 80-95.
- MANCHESTER, R. S. 1987. Early history of Juglandaceae. Plant Systematics and Evolution. 162, 231-250 pp.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E., HERNÁNDEZ, C. H., SÁNCHEZ, L. M. 1980. Palinología del Eoceno en el noreste de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Vol. 4 núm. 2 155-166.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E., LUDLOW, W. B. Y SÁNCHEZ, L. M. 1980. Palinología y sus aplicaciones geológicas. Cuenca carbonífera de Fuentes-Río Escondido, Coahuila. Ediciones del sector eléctrico. Instituto de Geología. Comisión Federal de Electricidad. 66 pp.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. SHELTON-APPLEGATE, P. Y QUEZADA-FLORES, A. 1986. Estudio palinológico-estratigráfico de rocas sedimentarias del Neógeno, en el área de Chigmecatitlán, municipio de Tepexi de Rodríguez, Puebla. VI Coloquio de Paleobotánica y Palinología. Ciudad Universitaria, Auditorio Nabor Carrillo, 23-26 septiembre, Memorias: p. 27. UNAM.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E.; CUADRILLERO; TÉLLEZ, RAMÍREZ; *et al*; 1993. Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacaná, Chiapas, México. Instituto de Geología; UNAM 105 pp.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. Y RAMÍREZ-ARRIAGA, E. 1993. Vegetation Mosaics during the Neogene at Tepexi de Rodríguez, Puebla. In The First International Conference on Climatic Change in Mexico. Taxco Guerrero, 5-9 de julio, 1993. Program and abstracts: 72.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. Y RAMÍREZ-ARRIAGA, E. 1994. Presencia de *Ertmanipollis* Krutzsch 1962, *Aglaoreidia* Erdtman, 1969 y *Apectodinium* (Costa Downie, 1976) Lentin y

Williams 1977, en el Terciario de Tepexi de Rodríguez, Puebla. VIII Coloquio Internacional de Paleobotánica y Palinología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. 6 al 9 de septiembre, Programa y resúmenes: 8.

- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. Y RAMÍREZ-ARRIAGA, E. 1996. Paleocorología de Angiospermas de la flora mexicana durante el Mesozoico y Terciario: Algunas evidencias palinológicas. Bol. Soc. Bot. México 58: 87-89.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. Y RAMÍREZ-ARRIAGA, E. 1999. Palinoestratigrafía de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México –Implicaciones Cronoestratigráficas. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, UNAM. Instituto de Geología y Sociedad Geológica Mexicana, México, D. F. 16: 187-207.
- MATHUR, Y. K. 1966. On the microflora in the Supra Trappeans of Western Kutch, India. Quart. J. Geol. Miner. Metall. Soc. India. 38: 33-55.
- MINER, E. L. 1935. Paleobotanical examinations of Cretaceous and Tertiary coals, Pt. 2. American Midland Naturalist. 16: 616-625.
- HERNÁNDEZ, X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28: 29-179.
- MOORE, D. P., WEBB, A. J. & COLLINSON, E. M. 1991. Pollen Analysis. Second edition. Oxford. Blackwell Scientific Publications. 216 pp.
- MULLER, J. 1981. Pollen fossil record of extant angiosperms. The Botanical Review. 47:1-142. The New York Botanical Garden.
- NAKOMAN, E. 1965. Description d' un nouveau genre de forme, *Corsinipollenites*. Soc. Géol. Du Nord Annales, 85: 155-158.
- NICHOLS, D. J., AMES, T. H. & TRAVERSE, A. 1973. On *Arecipites* Wodehouse,

Monocolpopollenites Thomson & Pflug and the species "*Monocolpopollenites tranquilus*".
Journal of the International Association for Plant Taxonomy. Taxon 22 (2/3): 241-256.

- NICHOLSON, J. D. & OTT; L. H. 1978. Biostratigraphy and Evolution of the *Momipites-Caryapollenites* Linaje in the Early Tertiary in the Wind River Basin, Wyoming. Editor Vaughn M. Bryant Jr. American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation, Vol. 2. 93-112 pp. Dallas, Texas U. S .A.

- ORTEGA ESCALONA F. Y CASTILLO CAMPOS G. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. Ciencias. 43: 32-39.

- PALACIOS-CHÁVEZ, R. Y RZEDOWSKI, J. 1993. Estudio palinológico de las floras fósiles del Mioceno inferior y principios del Mioceno medio de la región de Pichucalco, Chiapas, México. Acta Botánica Mexicana. 24: 1-96.

- PANTOJA, A. J; MALPICA, C. V. M; GALGUERA, A. G. 1989. Geología de los alrededores de la cantera de Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla. UNAM Instituto de Geología, Tercer Simp. Geol. Reg. México, Memoria.61-69 pp.

- PANTOJA, A. J. 1990. Geología y paleoambientes de la cantera de Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla. Instituto de Geología UNAM. 9:2, 1990 (1992) 156-168 pp.

- PENNINGTON, T. D. Y SARUKHÁN, K. J. 1998. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. UNAM. Fondo de Cultura Económica, México. 521 pp.

- PFLUG, H. D. 1953. Zur Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. Palaeontographica, Abt. B. 95: 60-171.

- PIERCE, L. R. 1961. Lower Upper Cretaceous plant microfossils from Minnesota. The University of Minnesota Press. Minnesota Geological Survey. Bulletin 42: 1-82.

- POTONIÉ, R. P. W; THOMSON & THIERGART, F. 1950. Zur nomenklatur un klassifikation der neogenen sporomorphae (Pollen und Sporen). Geol. Jahrb. 65:35-70.
- POTONIÉ, R. 1958. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae, II. Teil. Beih. Geol. Jahrb. Beihefte, 31: 1-114.
- POTONIÉ, R. 1960. Sporologie der eozäen Kohle von Kalewa in Burma. Senck. Leth. B. 41: 451-481.
- PRAGLOWSKI, J. 1971. Reticulate and Allied Exine. Grana 11:79-86.
- PRAGLOWSKI, J. & BHOJ, R. 1979. On some pollen morphological concepts. Grana 18: 109-113.
- PRAGLOWSKI, J. & PUNT, W. 1973. An elucidation of the microreticulate structure of the exine. Grana. 13:45-50.
- PUNT, W.; BLACKMORE, S.; NILSOON, S. & LE, T. A. 1994. Glossary of pollen and spore terminology. LPP Contribution Series N°1. LPP Foundation, Utrecht, The Netherlands.
- RAATZ, G. V. 1938. Mikrobotanisch-stratigraphische untersuchung der Braunkohle des Muskauer bogens. Abhandl., Preuss. Geol. Landesanst., n. s., H. 138, p.15, 16.
- RIVAS, C. M. R. Y VALLE M. F. Estudio del polen, esporas y palinomorfos del Paleógeno y Neógeno de la provincia de Burgos (España): Polen, esporas y sus aplicaciones VII Simposio de Palinología (A.P.L.E., Granada, Septiembre 1988) 445-451 pp.
- ROSS, N. E. 1949. On a Cretaceous pollen and spore-bearing clay deposit of Scania. Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala. 34: 25-43.
- RZEDOWSKI, J. 1965. Relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora de México. Colegio de Post-graduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 121-177.

- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 432 pp.
- RZEDOWSKI, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Capítulo 3. 129-145 pp. In: Ramamoorthy, T. P., Bye, R. Lot, A., Fa, R. (Compiladores). Diversidad Biológica de México. Orígenes y distribución. Instituto de Biología UNAM.
- RZEDOWSKI, J. Y PALACIOS, CH. R. 1977. El bosque de *Engelhardtia (Oreomunnea) mexicana* en la región de la Chinantla (Oaxaca, México) una reliquia del Cenozoico. Bol. Soc. Bot. Mex. 29: 93-123.
- SALARD-CHEBOLDAEFF, M. 1978. Sur la palynoflore Maestrichtienne et Tertiaire du bassin sédimentaire littoral du Cameroun. Pollen et spores, Vol. XX, Núm 2. 215-260 pp.
- SALAS, E. 1975. Catálogo ilustrado de palinomorfos fósiles de la República Mexicana. Instituto Mexicano del Petróleo. Publ. 95AE/181. D, F., México.
- SCHOPF, J. M 1975. Modes of pollen preservation. Review Paleobotany Palynology. 20: 27-53.
- SCHOPF, J. M., WILSON, L. R., AND BENTALL, R. 1944. An annotated synopsis of Paleozoic fossil spores and the definition of generic groups. Illinois State Geol. Survey Rept. Inv., 91: 1-73.
- SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN Y GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA. 1988. Los Municipios de Puebla 21. 198-203 y 1115-1118 pp.
- SILVA, R. G; MENDOZA, R. C; MARTINY, B. 2000. A cerca del origen de las cuencas Cenozoicas de la zona cortical extendida del sur de México: Un ejemplo en la región Mixteca. GEOS Boletín informativo. Época II. Unión Geofísica Mexicana, A. C. 20:3, 326-327.
- SINGH CHAITANYA. 1964. Microflora of the Lower Cretaceous Mannville group, East-Central Alberta. Research Council of Alberta. Bulletin 15. 239 pp.

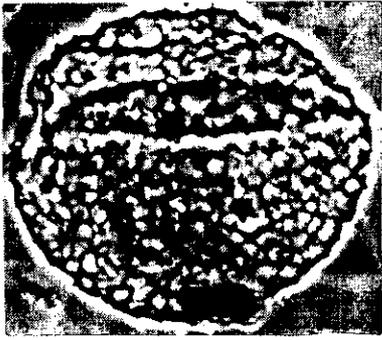
- SKINNER, B. J. Physical Geology. John Wiley & Sons, New York.
- SRIVASTAVA, K. S. 1966. Upper Cretaceous microflora (Maestrichtian) from Scollard, Alberta, Canada. Pollen et Spores, 8: 497-552.
- SRIVASTAVA, K. S. 1969. Some angiosperm pollen from the Edmonton Formation (Maestrichtian), Alberta, Canada. In: J. Sen Mem. Vol. Published by J. Sen Mem. Commottee and Bot. Soc. Bengal, India pp. 47-67.
- SRIVASTAVA, K. S. 1972. Some spores and pollen from the Paleocene Oak Hill member of the Naheola Formation, Alabama (USA). Review of Paleobotany and Palynology. 14:217-285.
- SRIVASTAVA, K. S. 1984. Palynology of the Monterey Formation (Miocene) phosphatic facies at Lions Head, Santa Maria area, California. Palynology. 8:33-49.
- STAPLIN, S. J. POCOCK & JANSONIUS, 1967. Relation among gymnospermous pollen. Review Paleobotany and Palynology; 3 297-310.
- TAYLOR, N. T. 1981. Paleobotany. An introduction to fossil plant biology. McGraw-Hill. USA 589 pp.
- TAYLOR, W. D. 1988. Paleobiogeographic relationships of the Paleogene flora from the southeastern U.S.A: Implications for west Gondwanaland affinities. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 66: 265-275.
- THANIKAIMONI, G. 1986. Pollen apertures: Form & function. In: Pollen and spores. Form and function, p.118-136. Linnean Society Symposium Series Number 12, Blackmore, S. & I.K. Ferguson edit. Academic Press, 443 pp.
- THIERGART. 1938. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin, Bd. 58 (1937), p.293, 306.

- THIELE-PFEIFFER, HEIDENMARIE. 1988. Die mikroflora aus dem Mitteleozänen Ölschiefer von Messel Bei Darmstadt (The Microflora from the Middle Eocene oil shale of Messel near Darmstadt). Paleontographica Abt. B. 211 Lfg. 1-3: 1-86.
- THOMPSON, P. W. & PFLUG, H. 1953. Pollen und sporen des mitteleuropaeischen Tertiaers. Palaeontographica, Abt. B. 94: 1-138.
- TOMASINI-ORTÍZ, A. C. Y MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, E. 1984. Palinología del Eoceno-Oligoceno de Simojovel, Chiapas. UNAM. Instituto de Geología, Paleontología Mexicana 50-61.
- TRAVERSE A. & AMES H.T. 1979. Catalog of fossil spores and pollen. Late Cretaceous and Early Tertiary spores and pollen from the USA and the USSR. Palynological Laboratories. The Pennsylvania State University. University Park, Pennsylvania. Volume 41:268.
- WILSON & WEBSTER. 1946. Plant microfossils from a Fort Union coal of Montana. American Journal of Botany, vol. 33. 274 pp. pl. 1. Fig. 7.
- WODEHOUSE, R. P. 1933. Tertiary pollen II. The oil shales of the Eocene Green River formation. Bulletin of the Torrey Botanical Club, vol. 60 p. 579-524.
- WOLFF, H. 1934. Mikrofossilien des Pliocaen Humodils der Grube Freigericht bei Dettingen a. M. Preuss Geol. Landesantalt, Inst. Palaeobotanik und Petrographie Brennsteine Arb. 5: 55-86.
- ZHANG, Y., XI, Y; ZHANG, J; GUIZHEN, G; NAIQIU, D; XIANGJUN, S; ZHAOCHEN, K. 1990. Spore morphology of Chinese pteridophytes. Science Press, Beijing, China. 592 pp.
- ZOILO, M. A. *et al.* 1992. Manual de prácticas de laboratorio de geología. Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Iztapalapa). 120 pp.
- Diccionario Porrúa. 1995. Historia, biogeografía y geografía de México. Tomo R-Z. Vol. 4 3819 pp.

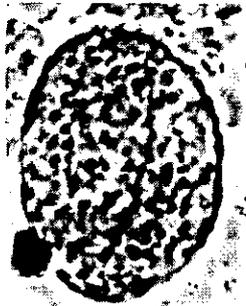
Lámina 1

Lycopodiaceae: 1) *Retrimonoletes*, Polypodiaceae: 2) *Polypodiites*,
Lycopodiaceae: 3) *Polypodiites*, 4) *Lycopodiumsporites*, Gleicheniaceae: 5)
Deltoispora, Pteridaceae: 6) *Leptolepidites*, Selaginellaceae: 7) *Echinatisporis*
Ephedraceae: 8) *Ephedripites*, Pinaceae: 9) *Piceapollenites* 10) *Pinuspollenites*
Taxodiaceae: 11) *Taxodiaceapollenites*, Asteraceae: 12-16) *Compositoipollenites*
Aquifoliaceae: 17) *Ilexpollenites*, Bombacaceae: 18) *Bombacacidites*
Chenopodiaceae-Amaranthaceae: 19) *Chenopodipollis*, Eucommiaceae: 20)
Eucommiidites, Euphorbiaceae: 21) *Psilatricolpites* Fagaceae: 22)
Cupuliferoipollenites 23) *Quercoidites*, Hippocastanaceae: 24) *Aesculiidites*
Juglandaceae: 25) *Momipites* (*Engelhardtia*) 26) *Momipites microcoryphaeus*.

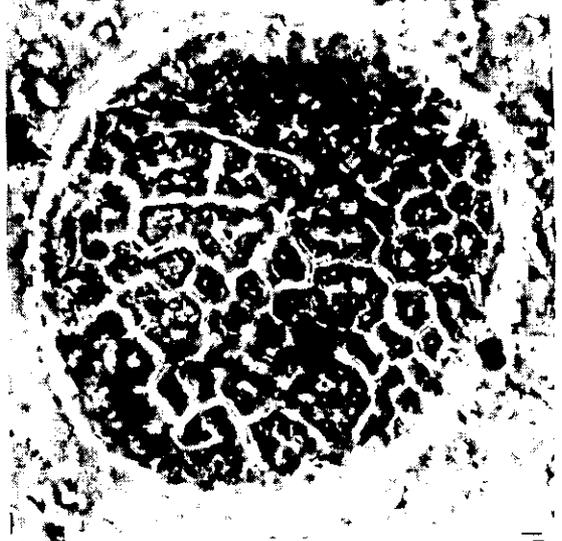
Escala: 1 mm. = 1 μ .



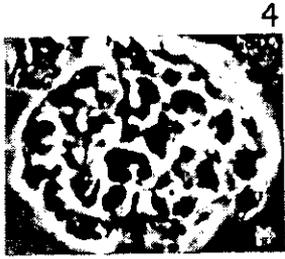
1



2



3



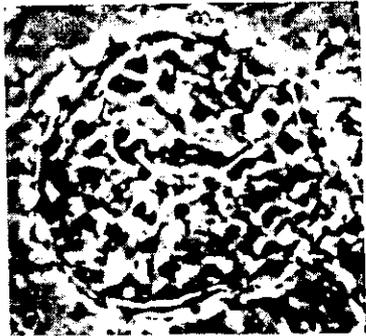
4



5



6



7



8



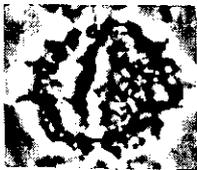
9



10



11



12



13



14



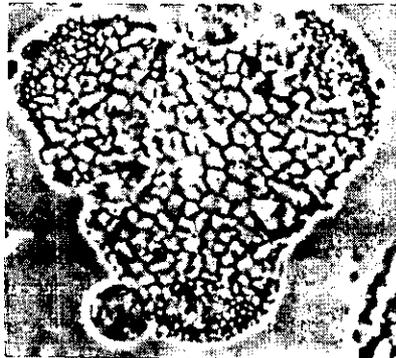
15



16



17



18



19



20



21



22



23



24



25



26

Lámina 2

Juglandaceae: 1) *Momipites triradiatus*, Lamiaceae: 2) y 3), Malvaceae: 4) *Malvacipollis*, Onagraceae: 5) *Corsinipollenites*, Plumbaginaceae: 6) *Armeria*, Sterculiaceae: 7) aff. *Reevisiapollis*, Ulmaceae: 8) *Ulmipollenites*, Taxa parataxonómicos: 9) *Foveotricolpites* 10) *Retitricolpites* 11) *Striatricolpites* 12-13) *Retitricolporites* 14) *Retriporites*, Liliaceae: 15) *Liliacidites*, Poaceae: 16) *Graminidites*, Restionaceae: 17-19) *Aglaoreidia cyclops* 20-21) *Aglaoreidia pristina* 22) *Milfordia* 23) Taxa parataxonómicos: 24) *Catinipollis* 25) *Longapertites*.

Escala: 1 mm. = 1 μ .



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



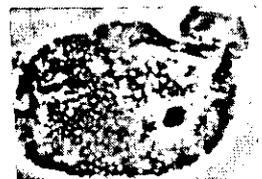
22



23



24



25

INDICE DE TAXA

TAXA PARATAXONÓMICOS

Sporites19

Esporas monolete

Aspleniaceae
Aff. *Asplenium*19
Polypodiaceae
Echinosporis20
Laevigatosporites20
Polypodiites22
Polypodiisporites23

TAXA PARATAXONÓMICOS

Bacumonoletes24
Foveomonoletes24
Retrimonoletes25

Esporas trilete

Anthocerotaceae
Anthocerisporis26
Lycopodiaceae
Lycopodiumsporites.....27
Cyatheaceae
aff. *Cnemidaria*29
aff. *Shaeropteris*29
Gleicheniaceae
Deltoidospora30
Leptolepidites31
Selaginellaceae
Echinatisporis32
Lusatisporis.....32

Gimnospermas

Cycadaceae
Cycadopites33
Ephedraceae
Ephedripites34
Pinaceae

<i>Piceapollenites</i>	35
<i>Pinuspollenites</i>	36
Taxodiaceae	
<i>Taxodiaceapollenites</i>	36

**Angiospermas
(Dicotiledóneas)**

Aceraceae	
<i>Striatricolpites</i>	37
Annonaceae	38
Asteraceae	
<i>Compositoipollenites</i>	39
Aquifoliaceae	
<i>Ilexpollenites</i>	41
Bombacaceae	
<i>Bombacacidites</i>	42
Boraginaceae	
<i>Cordia</i>	43
Burseraceae	
<i>Bursera</i>	44
Buxaceae	
<i>Erdtmanipollis</i>	44
Cactaceae	45
Caesalpinaceae	
<i>Caesalpiniaepollenites</i>	45
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	
<i>Chenopodipollis</i>	46
Eucommiaceae	
<i>Eucommiidites</i>	47
Euphorbiaceae	
<i>Psilatricolpites</i>	48
Fagaceae	
<i>Cupuliferoideaepollenites</i>	48
<i>Cupuliferoipollenites</i>	49
<i>Quercoidites</i>	49
Gunneraceae	
<i>Gunnerites</i>	51
Hippocastanaceae	
<i>Aesculiidites</i>	51
Juglandaceae	
<i>Juglans</i>	52
<i>Momipites</i>	53
<i>M. aff. microcoryphaeus</i>	53
<i>M. aff. triradiatus</i>	53

Lamiaceae	54
Malvaceae	
<i>Malvacipollis</i>	55
Melastomataceae	
<i>Heterocolpites</i>	56
Moraceae	
<i>Diporites</i>	57
Onagraceae	
<i>Corsinipollenites</i>	57
Plumbaginaceae	
<i>Armeria</i>	59
Salicaceae	
<i>Populus</i>	59
<i>Salixipollenites</i>	60
Scrophulariaceae	
<i>Psilatricopites</i>	60
Sterculiaceae	
cf. <i>Reevisiapollis</i>	61
Tiliaceae	
<i>Triumfetta</i>	62
Ulmaceae	
<i>Ulmipollenites</i>	62

TAXA PARATAXONÓMICOS

Polen sin aberturas	
<i>Emmapollis</i>	63
Triporates	
<i>Echitriporites</i>	64
<i>Retitriporites</i>	64
<i>Striatriporites</i>	65
Tricolpates	
<i>Echitricolpites</i>	65
<i>Foveotricolpites</i>	66
<i>Retitricolpites</i>	66
<i>Striatricolpites</i>	68
Tricolporates	
<i>Echitricolporites</i>	68
<i>Foveotricolporites</i>	70
<i>Psilatricolporites</i>	71
<i>Retitricolporites</i>	71
<i>Striatricolporites</i>	73
<i>Verrutricolporites</i>	74
Estefanocolporados	
<i>Retistephanocolporites</i>	75

Estefanoporates	
<i>Retistephanoporites</i>	75

(Monocotiledóneas)

Arecaceae	
<i>Arecipites</i>	76
<i>Catinipollis</i>	77
Chlorantaceae	
<i>Clavatipollenites</i>	78
Dioscoraceae	
<i>Dioscorea</i>	78
Liliaceae	
<i>Liliacidites</i>	79
Poaceae	
<i>Graminidites</i>	80
Restionaceae	
<i>Aglaoreidia cyclops</i>	81
<i>Aglaoreidia pristina</i>	81
<i>Milfordia</i>	82

TAXA PARATAXONÓMICOS

Monocolpates	
<i>Echimonocolpites</i>	83
<i>Clavamonocolpites</i>	83
<i>Longapertites</i>	84
<i>Monocolpopollenites</i>	84
<i>Racemonocolpites</i>	85