

00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE GEOLOGÍA

PALINOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO BALSAS EN LA
CUENCA CENOZOICA TEPEXI-COATZINGO, ESTADO DE
PUEBLA, MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(S I S T E M Á T I C A)
P R E S E N T A
BIOL. CLAUDIA CARRANZA SIERRA

DIRECTOR DE TESIS: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

MEXICO, D. F.,

2004





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS COORDINACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

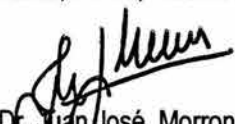
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 23 de agosto del 2004, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática) del(a) alumno(a) **Claudia Carranza Sierra**, con número de cuenta **91190093** con la tesis titulada: **"Palinoestratigrafía del grupo Balsas en la cuenca Cenozoica Tepexi-Coatzingo, estado de Puebla, México"**, bajo la dirección del(a) **Dr. Enrique Martínez Hernández**.

Presidente:	M. en C. Francisco González Medrano
Vocal:	Dr. Alfonso Valiente Banuet
Secretario:	Dr. Enrique Martínez Hernández
Suplente:	Dr. Sergio Rafael Silvestre Cevallos Ferriz
Suplente:	Dr. Zoltán de Cserna de Gömbös

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a, 4 de noviembre del 2004


Dr. Juan José Morrone Lupi
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

ÍNDICE

	PAG.
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 INFORMACIÓN GEOLÓGICA	4
1.3 GRUPO BALSAS	5
1.3.1 GRUPO BALSAS EN LA ZONA DE ESTUDIO	6
1.4 TECTÓNICA DE LA CUENCA CENOZOICA TEPEXI-COATZINGO	7
1.5 PALEOBOTÁNICA DE LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO	7
1.5.1 PALINOLOGÍA DE LA CUENCA TEPEXI COATZINGO	8
1.6 HIPÓTESIS	8
1.7 OBJETIVO	8
CAPÍTULO 2	
2.1 ÁREA DE ESTUDIO	9
2.1.2 LOCALIDADES	10
2.2 MUNICIPIO DE TEPEXI DE RODRÍGUEZ	12
2.2.1 "SECCIÓN FLAMENCO"	12
2.2.2 "SECCIÓN PUENTE"	15
2.3 MUNICIPIO ZACAPALA	18
2.3.1 "SECCIÓN ZACAPALA"	19
2.3.2 "SECCIÓN TECHCALE BLANCO"	21
2.4 MUNICIPIO SAN PEDRO CUAYUCA DE ANDRADE	23
2.4.1 "SECCIÓN EL TRONCO"	23
2.5 MUNICIPIO COATZINGO	25
2.5.1 "SECCIÓN ZARAGOZA"	25
2.5.1 "SECCIÓN CERRO PELÓN"	28
CAPÍTULO 3	
MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 TRABAJO DE CAMPO	30
3.1.2 RECOLECTA DE MUESTRAS	30
3.2 TRABAJO EN LABORATORIO	30
3.2.1 PROCESO QUÍMICO	31
3.3 ELABORACIÓN DE LAMINILLAS PALINOLÓGICAS	32
3.4 MICROSCOPIA	32
3.5 CLASIFICACIÓN DE LOS PALINOMORFOS	33
3.6 DESCRIPCIÓN DE PALINOMORFOS	33
3.7 IDENTIFICACIÓN DE PALINOMORFOS E INTERPRETACIÓN.....	33
3.8 TOMA DE MICROFOTOGRAFÍAS	33
3.9 ELABORACIÓN DE LÁMINAS FOTOGRÁFICAS	34
3.10 ANÁLISIS DE SIMILITUD POLÍNICA	34
CAPÍTULO 4	
RESULTADOS	
4.1. DESCRIPCIONES TAXONÓMICAS	37

4.2 DESCRIPCIONES DE TAXA Y DETERMINACIÓN DE AFINIDADES TAXONÓMICAS	39
4.2.1 ACRITARCAS	39
4.2.2 ALGAS	40
4.2.3 FUNGOSPORAS	42
4.2.4 ESPORAS	53
4.2.5 POLEN	59
4.3 COMPOSICIÓN PALINOLÓGICA DE LAS SECCIONES LITOLÓGICAS	86
4.3.1 SECCIÓN FLAMENCO	86
4.3.2 SECCIÓN PUENTE	90
4.3.3 SECCIÓN ZACAPALA	90
4.3.4 SECCIÓN TECHCALE BLANCO	93
4.3.5 SECCIÓN EL TRONCO	94
4.3.6 SECCIÓN ZARAGOZA	95
4.3.7 SECCIÓN CERRO PELÓN	96
4.3.8 SUMARIO CONJUNTOS PALINOLÓGICOS	97
CAPÍTULO 5	
DISCUSIÓN	
5.1 PALINOESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO	99
5.2 CARÁCTER LOCAL Y REGIONAL DE LOS CONJUNTOS POLÍNICOS	105
5.3 POSIBLES COMUNIDADES VEGETALES REPRESENTADAS POR EL CONJUNTO POLÍNICO.....	107
5.4 PALEOCLIMA	114
5.5 AMBIENTES SEDIMENTARIO	116
5.6 SUMARIO CONJUNTO PALINOLÓGICO	119
5.7 SIMILITUD ENTRE LAS SECCIONES ESTUDIADAS POLÍNICAMENTE EN LA CUENCA	119
CONCLUSIONES	123
BIBLIOGRAFÍA CITADA	125
ANEXO	149
TABLAS	
TABLA A. SECCIÓN FLAMENCO, NÚMERO DE GRANOS DE POLEN POR MUESTRA	87
TABLA B. SECCIÓN PUENTE, NÚMERO DE GRANOS DE POLEN POR MUESTRA	90
TABLA C. SECCIÓN ZACAPALA, NÚMERO DE GRANOS DE POLEN POR MUESTRA	92
TABLA D. SECCIÓN TECHCALE BLANCO, NÚMERO DE GRANOS DE POLEN POR MUESTRA	93
TABLA E. SECCIÓN EL TRONCO, NÚMERO DE GRANOS DE POLEN POR MUESTRA	94
TABLA F. SECCIÓN ZARAGOZA, NÚMERO DE GRANOS DE POLEN POR MUESTRA	95
TABLA G. SECCIÓN CERRO PELÓN, NÚMERO DE GRANOS DE POLEN POR MUESTRA	96
FIGURAS	
FIGURA 1. MAPA GENERAL DE MÉXICO Y EL ESTADO DE PUEBLA	10
FIGURA 2. MAPA GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	11
FIGURA 3. MAPA LOCAL DEL MUNICIPIO DE TEPEXI DE RODRÍGUEZ	12
FIGURA 4. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN FLAMENCO	14
FIGURA 5. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN PUENTE	17
FIGURA 6. MAPA LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZACAPALA	18
FIGURA 7. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN ZACAPALA	20
FIGURA 8. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN TECHCALE BLANCO	22
FIGURA 9. MAPA LOCAL DEL MUNICIPIO SAN PEDRO CUAYUCA DE ANDRADE	23

FIGURA 10. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN EL TRONCO	24
FIGURA 11. MAPA LOCAL DE COATZINGO	25
FIGURA 12. MAPA DE COATZINGO, SECCIÓN ZARAGOZA, SECCIÓN CERRO PELÓN	26
FIGURA 13. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN ZARAGOZA	26
FIGURA 14. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN CERRO PELÓN	29
FIGURA 15. MATRIZ DE CARACTERES BINARIOS	35
FIGURA 16. MATRIZ BÁSICA DE DATOS	35
FIGURA 17. PALINOESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO	104
FIGURA 18. MODELO HIPOTÉTICO DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN RECUPERADOS EN LA CUENCA	113
FIGURA 19. FENOGRAMA DE SIMILITUD	120
FIGURA 20. GRÁFICO DEL ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS	121

FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. HUELLAS FÓSILES DE LA LOCALIDAD PIE DE VACA	13
FOTOGRAFÍA 2. FLAMENCO FÓSIL DE LOCALIDAD PIE DE VACA	13
FOTOGRAFÍA 3. ARENISCAS Y LIMOLITAS DE LA SECCIÓN FLAMENCO	14
FOTOGRAFÍA 4. PANORÁMICA DE LA SECCIÓN PUENTE	15
FOTOGRAFÍA 5. NIVEL DE ESTROMATOLITOS SECCIÓN PUENTE	16
FOTOGRAFÍA 6. ESTROMATOLITOS SILICIFICADOS SECCIÓN PUENTE	16
FOTOGRAFÍA 7. PANORÁMICA DE LA SECCIÓN ZACAPALA	19
FOTOGRAFÍA 8. LIMOLITAS Y ARENISCAS SECCIÓN ZACAPALA	19
FOTOGRAFÍA 9. SECCIÓN TECHCALE BLANCO, SAN MATEO MIMIAPAN, ZACAPALA	21
FOTOGRAFÍA 10. LADERA DE LA SECCIÓN TECHCALE BLANCO	21
FOTOGRAFÍA 11. BASE DE LA SECCIÓN TECHCALE BLANCO	21
FOTOGRAFÍA 12. AFLORAMIENTO SECCIÓN TRONCO	24
FOTOGRAFÍA 13. PANORÁMICA DE LA SECCIÓN ZARAGOZA	27
FOTOGRAFÍA 14. LADERA DE LA SECCIÓN ZARAGOZA	27
FOTOGRAFÍA 15. LUTITAS/LIMOLITAS SECCIÓN ZARAGOZA	27
FOTOGRAFÍA 16. LUTITA/LIMOLITA SECCIÓN ZARAGOZA	27
FOTOGRAFÍA 17. LADERA DE LA SECCIÓN CERRO PELÓN	28
FOTOGRAFÍA 18. PARTE SUPERIOR DE LA LADERA DE LA SECCIÓN CERRO PELÓN	28

ANEXO

TABLA 1. SECCIÓN FLAMENCO, NÚMEROS DE MUESTRA Y LITOLOGÍA	149
TABLA 2. SECCIÓN PUENTE, NÚMEROS DE MUESTRA Y LITOLOGÍA	150
TABLA 3. SECCIÓN ZACAPALA, NÚMEROS DE MUESTRA Y LITOLOGÍA	151
TABLA 4. SECCIÓN TECHCALE BLANCO, NÚMEROS DE MUESTRA Y LITOLOGÍA	151
TABLA 5. SECCIÓN EL TRONCO, NÚMEROS DE MUESTRA Y LITOLOGÍA	152
TABLA 6. SECCIÓN ZARAGOZA, NÚMEROS DE MUESTRA Y LITOLOGÍA	152
TABLA 7. SECCIÓN CERRO PELÓN, NÚMEROS DE MUESTRA Y LITOLOGÍA	152
TABLA 8. PALINOMORFOS DE LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO	153
TABLA 9. TAXA RECUPERADOS EN 11 SECCIONES DE LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO	155
TABLA 10. FAMILIAS DE POLEN RECUPERADAS LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO	156
TABLA 11. FAMILIAS DE POLEN, CLIMA Y TIPO DE POLINIZACIÓN	157
TABLA 12. MATRIZ BÁSICA DE DATOS (BDM)	161
LISTA SISTEMÁTICA DE MICRO FÓSILES	164
LÁMINAS DE MICROFOTOGRAFÍAS	169

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado durante mis estudios de maestría (Beca con número de registro 163029).

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Posgrado de Ciencias Biológicas, por el espacio matricular que me permitió continuar mi formación de bióloga y por cada apoyo que recibí.

A mi comité tutorial:

Dr. Enrique Martínez Hernández (Director de tesis), Dr. Sergio R. S. Cevallos Ferriz y M. en C. Francisco González Medrano (Tutores).

Por evaluar el desarrollo de este trabajo, por la lectura del borrador de tesis, su revisión crítica, comentarios, sugerencias y correcciones durante cada semestre de la maestría y en los detalles finales de mi proyecto.

Al Dr. Alfonso Valiente Banuet que amable y minuciosamente revisó mi escrito y forma parte del jurado evaluador para la defensa de mi examen de grado.

Al Dr. Zoltán de Cserna que de la manera más atenta me otorgó su tiempo para platicar algunos aspectos de mi tesis y que forma parte de mi jurado evaluador.

A las autoridades de los municipios; Tepexi de Rodríguez, Zacapala, Coatzingo y San Pedro Cuayuca de Andrade. Por permitirnos y facilitarnos el acceso a las localidades.

Sr. Félix Aranguthy Contreras por su excelente disposición en el trabajo de campo.

A la familia Aranguthy, por su hospitalidad.

Al Profesor Crescenciano y al Sr. Rufino habitantes de Tepexi de Rodríguez que amablemente nos permitieron transitar por sus terrenos.

Al Instituto de Geología agradezco el espacio físico. Laboratorio de Palinología, cubículo de paleobotánica, sala de estudiantes de paleontología y sala de cómputo del posgrado en ciencias biológicas.

A cada uno de los profesores que han intervenido en mi formación académica y personal.

Al Dr. Javier Caballero Nieto, por su amabilidad y disposición para sus alumnos.

A mis compañeros, colegas y amistades del Instituto de geología y biología UNAM. En especial a los paleobotas y ex (Marcela, Emilio, Carlos, Hugo e Israel) a Ciro Díaz y Yanci Márquez. A todas aquellas personas que me manifestaron su aprecio en dichos recintos.

Al Sr. Carlos Núñez por su asesoría en las técnicas de extracción de palinomorfos.

Al Sr. Luis Ramos por su compañía en algunas localidades muestreadas.

Al Dr. Víctor H. Reynoso, por muestrear para análisis palinológicos, la localidad Pie de Vaca (sección Flamenco).

Dra. Ana Luisa Carreño, coordinadora del posgrado en ciencias biológicas en el instituto de geología, por todo su apoyo.

Dra. Socorro Lozano gracias por la invitación a su proyecto en Nayarit.

Dr. Guillermo Carballido por su amistad y todo su apoyo para y durante mi recuperación física y moral.

Al Dr. Ricardo Reyes Chilpa por su amistad.

A mis extraordinarias familias por su apoyo moral y económico y por compartir conmigo muchos momentos, por escucharme, comprenderme, por demostrarme su cariño y ternura.

En especial a mis papás por todo su amor.

A mis hermanos y amigos Paty, Kike y Gonza. A mi abuelo Enrique. A mis sobrinos Natalia, Karla y Fer.

A mi segunda familia:

Mis amigos, Pilar Mendoza, Gabriela Silva, Rosa, E. Tovar, Alejandra Huitrón, Gabriela Sánchez, Efraín Aguirre, Yazmín Hommer, Esther Quintero, Delia Raquel, J. Carlos Campuzano y Julieta Rosell.

La mayor de mis gratitudes
Ofrezco a la gente que
Siempre ha estado conmigo.

Que me comparte su corazón de
Una manera virtuosa y a la que
Infinitamente mantendré
En mi corazón, gente por la cual
Retroalimento mi fuerza y el
Optimismo por la vida..... Gracias!!!!

RESUMEN

La diversidad de la flora mexicana nos invita a investigar su origen. Algunas respuestas las da el registro fósil, plasmado en estratos litológicos. La palinoestratigrafía nos permite indagar en parte, la historia de nuestra flora. Los conjuntos palinológicos contienen indicadores valiosos de condiciones del pasado.

El propósito de este trabajo es continuar con los estudios palinoestratigráficos de la cuenca Tepexi-Coatzingo en el estado de Puebla y particularmente conocer su edad y ambiente.

Por lo que se analizaron siete secciones litológicas pertenecientes a cuatro municipios del sureste de Puebla. Cada muestra de roca fue procesada con la técnica estandarizada para extracción de palinomorfos fósiles.

La cuenca Tepexi-Coatzingo cuenta con elementos de origen continental como fragmentos algales, fungosporas, esporas y polen. De los que se deduce la coexistencia de diferentes comunidades vegetales semejantes a los actuales bosques mixtos de coníferas, bosque mesófilo de montaña, selva baja caducifolia, chaparral, matorral xerófilo y vegetación subacuática, comunidades distribuidas en torno a la cuenca lacustre en un gradiente de altitud. En cuanto al clima, se infiere la existencia de climas fríos, templados y tropicales. De importancia cronoestratigráfica es la familia Juglandaceae con sus especies de *Momipites*, *Basiopollis*, *Juglans*, *Pterocarya* y *Platycarya*, que refuerzan la edad Cenozoica (Eoceno Tardío-Oligoceno Temprano).

En Tepexi-Coatzingo dominan las angiospermas como las familias Juglandaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Fagaceae, Poaceae, Asteraceae, Ulmaceae, Betulaceae y Onagraceae y dentro de las gimnospermas las Pinaceae y Ephedraceae.

Este trabajo es una contribución al conocimiento de la estratigrafía del Cenozoico continental de México particularmente de su parte meridional.

ABSTRACT

The diversity of the Mexican flora invites to us to investigate its origin. Some answers give the fossil registry them, shaped in lithological layers. The palynostratigraphy allows us to investigate partly, the history of our flora. The palynological sets contain valuable indicators of conditions of the past. The intention of this work is to continue with the palinostratigraphical studies of the Tepexi-Coatzingo lacustrine basin in the state of Puebla and particularly to know its geological age and environment. Seven lithological sections pertaining to four municipalities of the Southeastern of Puebla were analyzed. Each rock sample was processed with the technique standardized for extraction of fossil palynomorphes. The Tepexi-Coatzingo basin counts with elements of continental origin like algae, fungospores, spores fragments and pollen grains. The coexistence of different vegetal communities is deduced from the existence of pollen belonging to mixed coniferous forests, forest mountain, tropical forest chaparral, xerophilous matorral and subaquatic vegetation; communities distributed around the lacustrine basin in an altitude gradient. About environment, the existence of cold, tropical and temperate climates is inferred. Chronostratigraphic importance is the Juglandaceae family with its species of *Momipites*, *Basiopollis*, *Juglans*, *Pterocarya* and *Platycarya*, they are support the Cenozoic age (early Eocene-Oligocene). In Tepexi-Coatzingo dominate the angiosperms like Juglandaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Fagaceae, Poaceae, Asteraceae, Ulmaceae, Betulaceae and Onagraceae families and gymnosperms Pinaceae and Ephedraceae. This work is an important contribution to the knowledge of the Cenozoic continental stratigraphy of Mexico particularly of its southern part.

PALINOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO BALSAS EN LA CUENCA CENOZOICA TEPEXI-COATZINGO, ESTADO DE PUEBLA

INTRODUCCIÓN

Uno de los rasgos más notables de la flora de México es su elevada diversidad y endemismo. Se reconoce que el territorio nacional es un importante centro de origen, evolución y diversificación de flora. Las investigaciones referentes a conocer el los periodos de tiempo y espacio que permiten establecer el origen de los grupos botánicos, necesariamente se apoyan en el registro fósil. Por ejemplo, gracias a este registro, se sabe que la flora actual de México comenzó a establecerse a mediados del Cenozoico.

Sin embargo, los trabajos paleobotánicos son escasos. La fitogeografía de la flora mexicana se ha sustentado en gran medida por hipótesis basadas en la distribución geográfica de las plantas actuales. Estas suposiciones deben probarse y en su caso aceptar, a medida que se cuente con mayor evidencia respecto a la afinidad taxonómica de los grupos encontrados en los sedimentos.

El propósito del presente trabajo es dar continuidad a los estudios palinoestratigráficos de diferentes facies comprendidas en la Cuenca sedimentaria lacustre Tepexi- Coatzingo. Para ello, se caracterizó la paleoflora de la región, contribuyendo así, al conocimiento de la botánica histórica de México.

El Cenozoico es el lapso de tiempo comprendido entre los 65 y los 1.8 millones de años anteriores al presente. En el caso particular de México, la evidencia disponible para este periodo, describe procesos activos de orogénesis y vulcanismo (De Cserna, 1960 *In*: Rzedowski, 1978).

Las floras terciarias han sido reconocidas en diferentes estratos de mundo. El pionero de estos trabajos fue Coney, 1920 que estudió el oeste de los Estados Unidos reconociendo las floras del Oligoceno y Mioceno, que típicamente se

conformaban por angiospermas deciduas templadas y por coníferas registradas previamente en estratos más antiguos.

En México, las paleofloras Terciarias se han registrado en el noreste (por ejemplo la Cuenca de Burgos, en Tamaulipas (Salas, 1975) y sureste (Langenheim *et al.*, 1967, Rzedowsky y Palacios 1977). Adicionalmente, se ha analizado la relación entre la paleoflora norteamericana y la mexicana (Graham, 1976). Las comparaciones de estas floras terciarias con otras más antiguas de rasgos tropicales y con otras más recientes de rasgos subhúmedos, permitieron la primera definición del término geoflora: "...Un grupo de plantas, las cuales se han mantenido por sí solas con únicamente menores cambios en composición por varias épocas o períodos de la historia de la tierra, tiempo durante el cual su distribución ha sido profundamente alterada...". Para el caso de Norteamérica fueron propuestas tres geofloras: La Neotropical, la Arcto-terciaria y la Madro-Terciaria (Axelrod, 1958).

Los atributos encontrados en la flora Madro Terciaria sugieren que, ciertos patrones florísticos, ecológicos y morfológicos actuales en nuestro país, son respuesta a una tendencia paleoclimática a la aridez (Axelrod, 1958).

Los estudios geológicos en la región del grupo Balsas en general son escasos (Pantoja *et al.*, 1989, Pantoja 1990), no obstante, los estratos de la Cuenca Tepexi-Coatzingo cuentan con estudios referentes a la paleoflora, e incluyen registros de macrofósiles (Magallón y Cevallos 1994, Ramírez y Cevallos 2000, Ramírez *et al.*, 2000, Velasco de León y Cevallos 2000) y microfósiles (Martínez y Ramírez 1996, 1999), (Carranza, 2001).

Los taxa reconocidos en estudios paleobotánicos son inferidos a partir de restos de organismos preservados a partir de macrorrestos como tallos, hojas, flores, frutos o semillas, así como por microfósiles a partir de granos de polen o esporas. Los conjuntos polínicos brindan información acerca de floras locales y regionales a partir de los síndromes de polinización conocidos por medio de sus representantes actuales. Es posible a través de la evidencia paleontológica

recabada, reconocer comunidades vegetales, las cuales permiten inferir características del clima en una región y tiempo determinado. Adicionalmente, es posible fechar sedimentos mediante el reconocimiento de fósiles índice, ya que ciertos granos de polen se restringen a periodos geológicos de tiempo determinados, lo que los convierte en una herramienta poderosa para conocer la edad del depósito. El conjunto de evidencia fósil recabada, por tanto, permite abordar aspectos referentes al origen y desarrollo de las comunidades vegetales.

CAPÍTULO 1

1.1 ANTECEDENTES

Respecto a la cuenca Tepexi-Coatzingo existen informes previos en los que se incluyen datos geológicos (Padilla 1973, Padilla y Sánchez 1984, Fernández 1995, Pantoja *et al.*, 1988, 1990 (1992) y paleobotánicos (Magallón y Cevallos 1994), (Cevallos y Ramírez 2000), (Ramírez y Cevallos 2000), (Velasco y Cevallos 2000), (Ramírez, Cevallos y Silva 2000), (Municipio de Tepexi de Rodríguez) dentro de los que se contemplan investigaciones palinológicas (Martínez y Ramírez, 1996, 1999) (Municipio de Tepexi de Rodríguez), en los municipios de Zacapala y Coatzingo (Carranza, 2001). Las investigaciones coinciden en asignar una edad Cenozoica a estos sedimentos que se considera pertenecen al grupo Balsas *sensu* Fries, 1960.

1.2 INFORMACIÓN GEOLÓGICA

Fries en 1956 publica su trabajo titulado “Bosquejo geológico de las partes central y occidental del estado de Morelos y áreas contiguas de Guerrero y México” en el que menciona, haciendo referencia al grupo Balsas que, después de una larga época sin sedimentación y con movimientos de gran extensión que formaron la Sierra Madre Oriental de México, empezaron a depositarse sedimentos clásticos continentales en cuencas formadas principalmente por fallas normales que produjeron una extensa serie de bloques inclinados. Parece que estos sedimentos se acumulaban mientras las fallas estaban en actividad, lo que permitió que los materiales detríticos se acumularan sobre los bloques hundidos. Algunas capas que afloran entre el D.F. y Guerrero consisten en conglomerados calizos, interestratificados con areniscas y limolitas.

Hubo algo de volcanismo a la vez que el material de grano fino es en parte tobáceo; localmente existen también derrames de basalto y andesita con sus respectivas brechas y tobas. Debido a la gran variedad en los componentes de las

capas de este período general, que corresponde más o menos a fines del Eoceno y a principios del Oligoceno, se ha sugerido el nombre de grupo clástico Balsas para todos los depósitos que aparecen en la cuenca del Río Balsas y sus afluentes. En este sentido, queda una clara delimitación de la edad, que posteriormente caería en controversia y que finalmente se está viendo reforzada con evidencias palinológicas.

1.3 GRUPO BALSAS

En 1956 Fries lo define como una secuencia de clastos continentales rojos de espesor variable que descansa sobre formaciones litológicas cretácicas señala, que “la litología de los miembros componentes del grupo Balsas es extremadamente variable, lo mismo que el espesor”. Por posición estratigráfica y correlación con rocas semejantes vecinas se le asignó una edad Cenozoica.

En 1960 es cuando Fries describe al grupo Balsas de una manera más formal y menciona la extensión del mismo. El grupo Balsas presenta una gran diversidad de tipos litológicos entre los que se encuentran yesos, calizas lacustres, conglomerados, areniscas, limolitas, arcillas, tobas y basaltos que se extienden sobre la cuenca hidrológica del Río Mezcala-Balsas en el centro sur y suroeste del país. El grupo Balsas, abarca parte de los estados de Guerrero, Oaxaca, Morelos, Puebla, así como pequeñas porciones del norte del Distrito Federal y el estado de Hidalgo.

Debido a su complejidad y extensión (Fries, 1960), recomendó la división del Balsas en varias formaciones y propuso la edad del grupo como premiocénica, debido al fechamiento de 26 millones de años (Oligoceno Medio a Superior), que se le hizo a la riolitas de Tilzapotla en el estado de Morelos de éstas últimas cabe mencionar que afloran en algunos sitios de Taxco y cubren al grupo Balsas a la latitud del Río Amacuzac. Parece ser que la extrusión de las rocas riolíticas inundó la región y terminó el período de acumulación del grupo Balsas. (Fries, 1956 *In*: Congreso Geológico Internacional). El fechamiento propuesto originalmente por Fries se ve fortalecido con un hallazgo paleontológico, en el conglomerado rojo de Guanajuato, único lugar donde se han encontrado fósiles en rocas equivalentes al grupo Balsas hasta 1955; se trata de la cuenca de desagüe del Río Lerma correspondiente al Distrito Minero de Guanajuato

(Edwards, 1955; Fries *et al.*, 1955) ahí se encontró un roedor al que nombraron *Floresomys guanajuatoensis* que vivió hacia finales del Eoceno o principios del Oligoceno (Fries, Hibbard y Dunkle 1955).

Sin duda el grupo Balsas ha sido polémico en lo que se refiere a la asignación de su edad geológica y más aún en esta área de estudio; en este sentido, la palinología es de gran utilidad para establecer la cronoestratigrafía de sus sedimentos, el panorama local y regional de la vegetación así como el ambiente que se desarrollaron las plantas durante el depósito Cenozoico del sur de México.

1.3.1 GRUPO BALSAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

El grupo Balsas aflora en el estado de Puebla donde es posible localizar afloramientos de rocas sedimentarias cenozoicas. El primer trabajo geológico que lo reconoce es el de Padilla y Sánchez (1984, *In: Applegate et al; 1984*), quienes elaboraron el mapa geológico del área de Tepexi de Rodríguez. Ellos consideraron también, que la base del grupo Balsas está constituida por conglomerados y areniscas sobre las que yacen discordantemente calizas lacustres con pisadas fósiles de mamíferos.

Fernández-Becerra (1985) al levantar sus columnas litológicas en el área de Tepexi de Rodríguez, mencionó la presencia del Balsas, con brechas y conglomerados y una edad Eoceno superior-Oligoceno y, considera que las calizas lacustres yacen sobre el grupo Balsas como una unidad independiente de edad Mioceno-Plioceno.

Padilla y Sánchez (1973) y Fernández-Becerra (1985), identificaron las rocas cenozoicas que descansan sobre las calizas mesozoicas como pertenecientes al grupo Balsas (por la similitud litológica de la secuencia litológica encontrada en Tepexi de Rodríguez con algunas de las unidades clásticas del grupo Balsas), como conglomerados, areniscas y limolitas tobáceas así como la presencia de yeso y calizas lacustres.

Posteriormente Pantoja *et al.*, 1988, incluyen a las calizas lacustres que afloran en el estado de Puebla en el municipio de Tepexi de Rodríguez y que pertenecen al grupo Balsas, se reconoce una unidad litológica más específica, que es la Formación Pie de Vaca que contiene conglomerados, limos, arcillas y calizas

lacustres. Su edad, con base en los fósiles de vertebrados, supuestamente oscila entre el Plioceno y el Pleistoceno (Applegate, 1987).

Finalmente son los trabajos palinológicos (Martínez y Ramírez, 1996, 1999) los que permiten por primera vez asignar la cronoestratigrafía de las rocas de la región de Tepexi de Rodríguez, como de edad Eoceno-Oligoceno y las asignan al grupo Balsas.

1.4 TECTÓNICA DE LA CUENCA CENOZOICA TEPEXI-COATZINGO

La historia tectónica de la cuenca Tepexi-Coatzingo es muy compleja, sobre todo si nos remontamos a finales del Cretácico y principios del Cenozoico. Por un lado, no se sabe hasta donde se extendía México en el sur y por otro, la placa Farallón mantenía un movimiento de poniente a oriente, lo que originó la formación de pliegues y levantamiento regional. Este levantamiento, provocó la fragmentación que resultó en el desarrollo de bloques levantados (pilares tectónicos) y hundidos (fallas tectónicas).

Estas fosas tectónicas se fueron rellenando paulatinamente por sedimentos compuestos por fragmentos de caliza y lutita derivados de bloques levantados. Este proceso de fragmentación obstruyó el drenaje propiciando la formación de lagunas y, en consecuencia, la acumulación de sedimentos lacustres y evaporitas. Todo este conjunto de sedimentos continentales originalmente fueron incluidos en el Grupo Balsas por Fries (1960).

De acuerdo con los tipos litológicos, los límites de la cuenca comprenden desde el norte de la Sierra del Tentzo, hasta la región comprendida entre el límite sur de la Sierra del Tentzo y el poblado Mimiapan.

El municipio más norteño de la cuenca Tepexi-Coatzingo, es Coatzingo; hacia el sur y oeste, el municipio de San Pedro Cuayuca y al este, el municipio de Tepexi de Rodríguez (Ver figura 2).

1.5. PALEOBOTÁNICA DE LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO

En la región de Tepexi de Rodríguez, se han determinado diferentes grupos de plantas fósiles que han permitido corroborar la edad Paleógena de los estratos.

Los géneros *Cedrelospermum* (Ulmaceae), *Cercocarpus* (Rosaceae), *Eucommia* (Eucommiaceae), *Karwinskia* (Rhamnaceae), *Salix* y *Populus* (Salicaceae), entre

otras plantas que se han encontrado en sedimentos de la localidad Ahuehuetes perteneciente a la Formación Pie de Vaca (Ramírez-Garduño y Cevallos-Ferriz, 2000).

1.5.1. PALINOLOGÍA DE LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO

Algunos afloramientos del grupo Balsas han sido estudiados palinológicamente por Martínez *et al.*, (1986); (Martínez y Ramírez, 1996, 1999) y (Carranza, 2001). Dichos autores destacan la existencia de palinomorfos que corresponden a plantas que existieron durante el Paleógeno.

En los conjuntos destacan la dominancia de coníferas como pinos y piceas, la codominancia de gramíneas así como la presencia de compuestas. De importancia cronoestratigráfica es la presencia del género *Aglaoreidia*, género índice del Eoceno de Europa y Norte América; registrado por Martínez y Ramírez (1996, 1999) en la localidad Chigmecatitlán en el municipio de Tepexi de Rodríguez y, por Carranza (2001) en el municipio de Coatzingo. La cuenca Tepexi-Coatzingo pertenece al grupo Balsas y es importante la denominación de nuevas formaciones lo que sin duda requiere mucho trabajo de campo.

1.6 HIPÓTESIS

Las secciones estudiadas corresponden a la cuenca Tepexi-Coatzingo (*sensu* Silva *et al.*, 2000) y son de edad Cenozoica (Eoceno-Oligoceno), pertenecen al grupo Balsas.

1.7 OBJETIVO

Conocer la cronoestratigrafía y ambiente sedimentarios de la cuenca Tepexi-Coatzingo.

CAPÍTULO 2

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se localiza en la parte suroeste del estado de Puebla (Figura 1). Las delimitaciones de la zona de estudio están dadas por la litología sedimentaria y volcanosedimentaria y con base en la propuesta de Silva *et al.* (2000), los trabajos de (Martínez y Ramírez, 1996 y 1999), el de (Carranza, 2001) y el material de este trabajo. Se manifiesta que la cuenca Tepexi-Coatzingo se extiende desde el municipio de Tepexi de Rodríguez en la parte más este. La parte más oeste está delimitada por los municipios San Pedro Cuayuca de Andrade y Coatzingo. La parte sur se encuentra también en el municipio de San Pedro Cuayuca de Andrade y para delimitar el norte se tomó en cuenta la posición geográfica de la localidad Huatlatlahuca (Martínez y Ramírez, 1999). La cuenca está conformada por varios municipios (Figura 2) entre los que destacan por poseer palinomorfos en sus estratos: Tepexi de Rodríguez, Zacapala, San Pedro Cuayuca de Andrade y Coatzingo. Dicha cuenca tiene una dimensión aproximada de 20 kilómetros, de este a oeste y 10 kilómetros de norte a sur.

La región de la cuenca Tepexi-Coatzingo, se caracteriza por sus tipos litológicos y vegetación xerófila. Destacan fisionómicamente los cactus columnares, aunque también se puede reconocer la selva baja caducifolia, asociada en ocasiones a vegetación secundaria arbustiva y arbórea, no obstante, es posible todavía observar algunos terrenos con cultivos de temporal. La altitud oscila entre 1000 y 2400 metros en promedio, prevalece una configuración accidentada. Existen algunos cuerpos de agua entre los que destaca el Río Axamilpa. Prevalecen básicamente dos tipos de clima; el cálido subhúmedo con lluvias en verano Awo (w) y el semicálido subhúmedo con lluvias en verano A(C)Wo (W).

2.1.2 LOCALIDADES

Las secciones se describen en un orden geográfico desde la parte más al este de la cuenca, hacia el oeste.

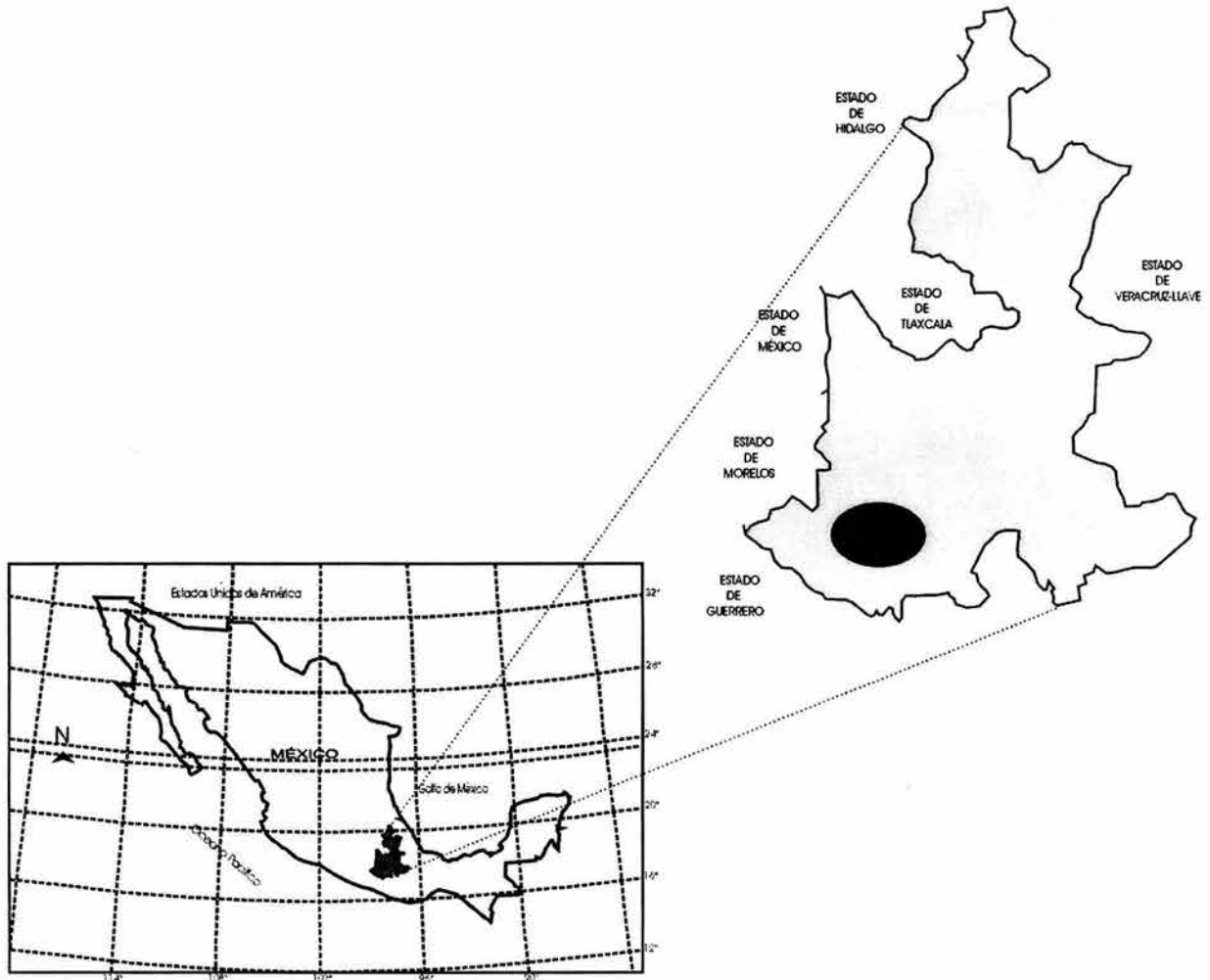
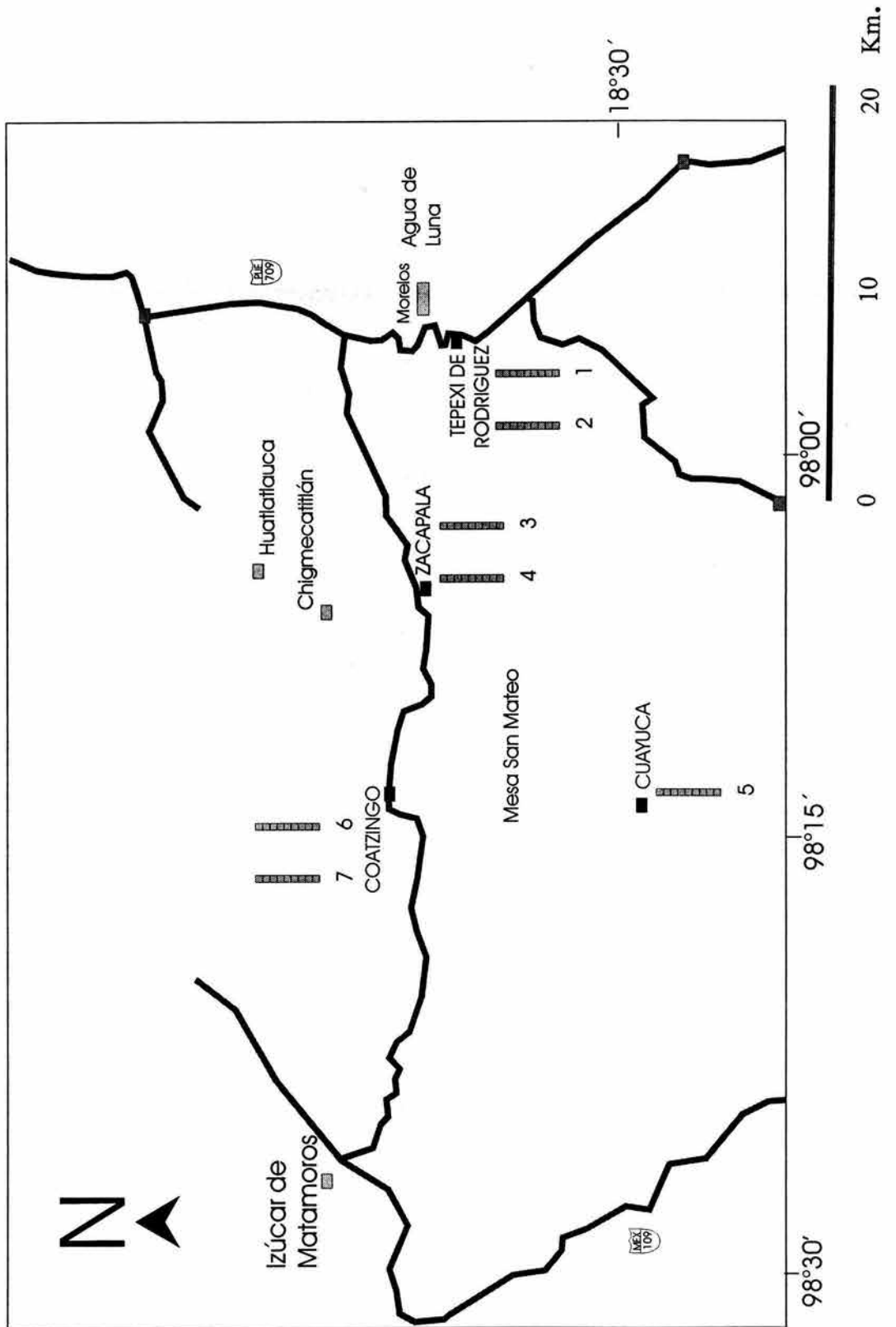


Figura 1. Mapa general de la república mexicana y el estado de Puebla. Se observa la situación geográfica de la cuenca Tepexi-Coatzingo.



Secciones: 1) Flamenco, 2) Punte, 3) Zacapala, 4) Techcale Blanco 5) Tronco, 6) Zaragoza, 7) Cerro Pelón

Figura 2. Mapa que muestra la localización de las secciones estratigráficas muestreadas en el presente estudio.

2.2 MUNICIPIO TEPEXI DE RODRÍGUEZ

Se localiza en la parte sur del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son 18°20'24" y 18°37'42" de latitud norte y 97°46'00" y 98°03'18" de longitud occidental. Se ubica dentro de la cuenca del Río Atoyac, cuenta con algunos ríos en general de poco caudal entre los que destaca el Río Axamilpa. La altitud oscila entre 1,440 y 2,380 metros sobre el nivel del mar.

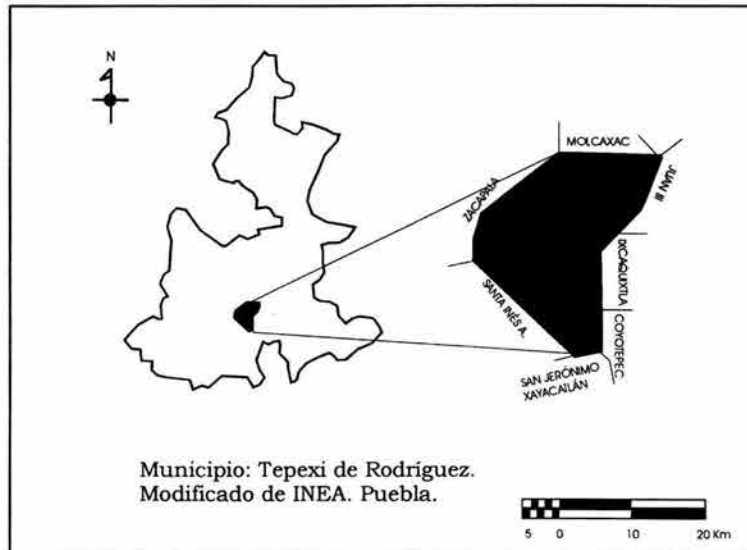


Figura 3. Mapa local del municipio de Tepexi de Rodríguez

En Tepexi de Rodríguez se examinaron dos secciones:

La sección "Flamenco" y la sección "Puente".

La sección Flamenco, pertenece a la localidad Pie de Vaca, lugar importante debido a la presencia de numerosas huellas o pisadas de mamíferos (Foto 1) y restos de aves (Applegate, 1987).

2.2.1 "SECCIÓN FLAMENCO"

El nombre de esta sección hace referencia al fósil de flamenco encontrado sobre las calizas de la localidad Pie de Vaca (Foto 2).

Se ubica en la colonia Morelos a unos 500 metros al este de la cantera Tlayúa, se encuentra a una altitud de 1575 metros sobre el nivel del mar en las coordenadas geográficas N 18°35'26" y W 97°55'02".

Geológicamente dicho lugar es una secuencia litológica de unos 10 metros de espesor, que consiste de conglomerados, gravas, areniscas, limos, arcillas y calizas lacustres que descansan discordantemente sobre cualquiera de los tres miembros de la Formación Tlayúa. Su edad se ha calculado como Plioceno y Pleistoceno con base en la fauna fósil de vertebrados lo que difiere con los datos demostrados con el polen de estos sedimentos y que indican una edad Terciaria y no del Cuaternario.

La secuencia es una sección compuesta que contiene en la base calizas lacustres color bayo rosado, finamente laminadas; suprayaciendo a las calizas existe una secuencia de limolitas alternando con areniscas (Foto 3).

Hacia la base, se muestreo cada una de las láminas de caliza. Hacia la cima en las areniscas y limolitas con estratificación cruzada. Se tomó una muestra de una lente de limolitas.

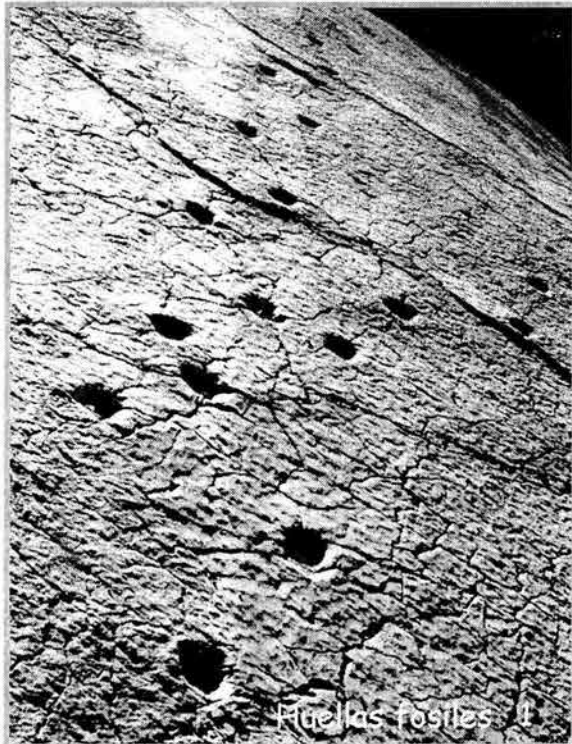
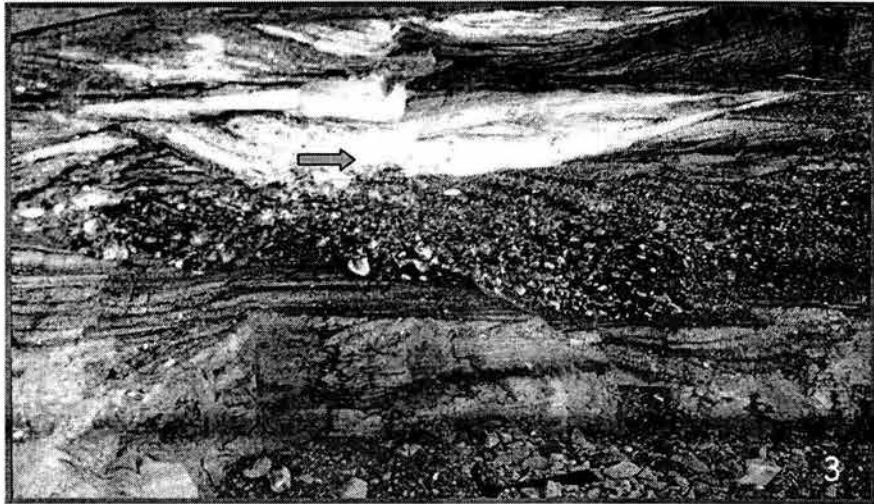


Foto. 1. Huellas fósiles encontradas en la localidad Pie de Vaca, Tepexi de Rodríguez.



Foto. 2. Flamenco fósil encontrado en la localidad Pie de Vaca, Tepexi de Rodríguez.



0 30 cm

Foto. 3. Sección Flamenco, areniscas y limolitas, toma de muestra Pb-9549

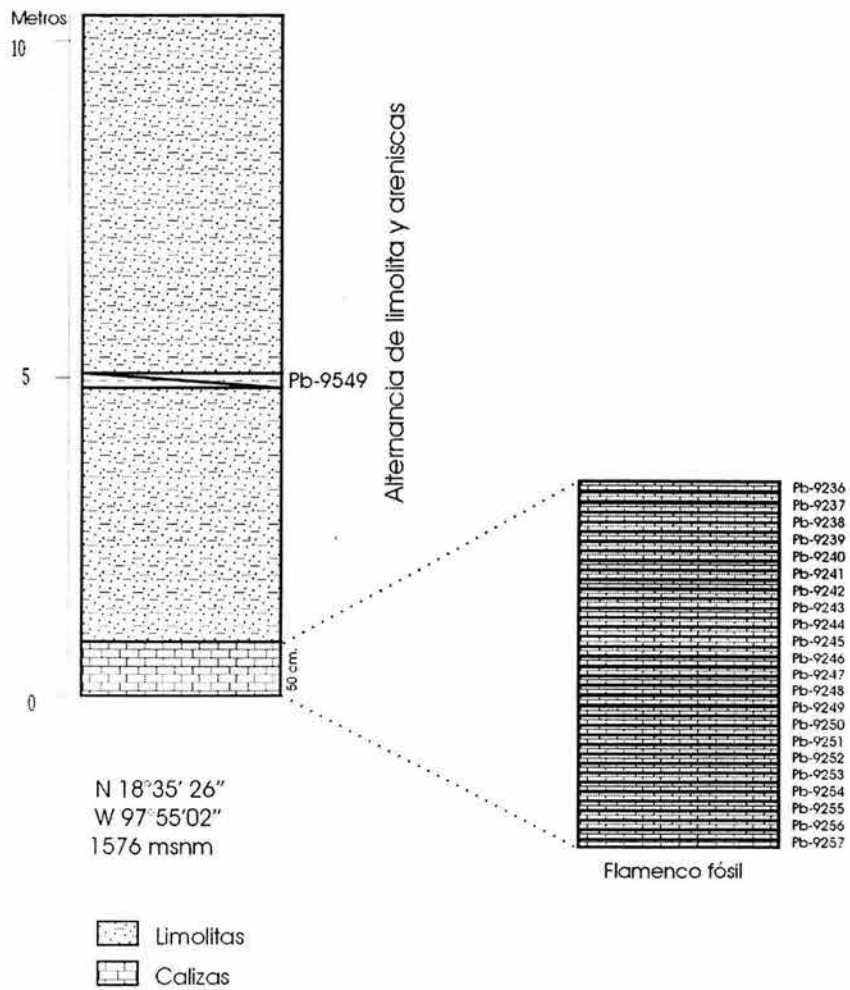


Figura 4. Columna estratigráfica sección Flamenco

2.2.2 “SECCIÓN PUENTE”

El nombre de esta sección hace referencia al puente sobre el río Axamilpa que se ubica 2.5 km al noroeste del poblado de Tepexi, muy cerca del museo Pie de Vaca, sobre la carretera que parte de “La Colorada” hacia la Mixteca Poblana. Este afloramiento se encuentra ubicado a las orillas del Río Axamilpa en las coordenadas N 18°36'30” y W 98°55'57” a una altitud de 1430 metros sobre el nivel del mar (Foto 4).

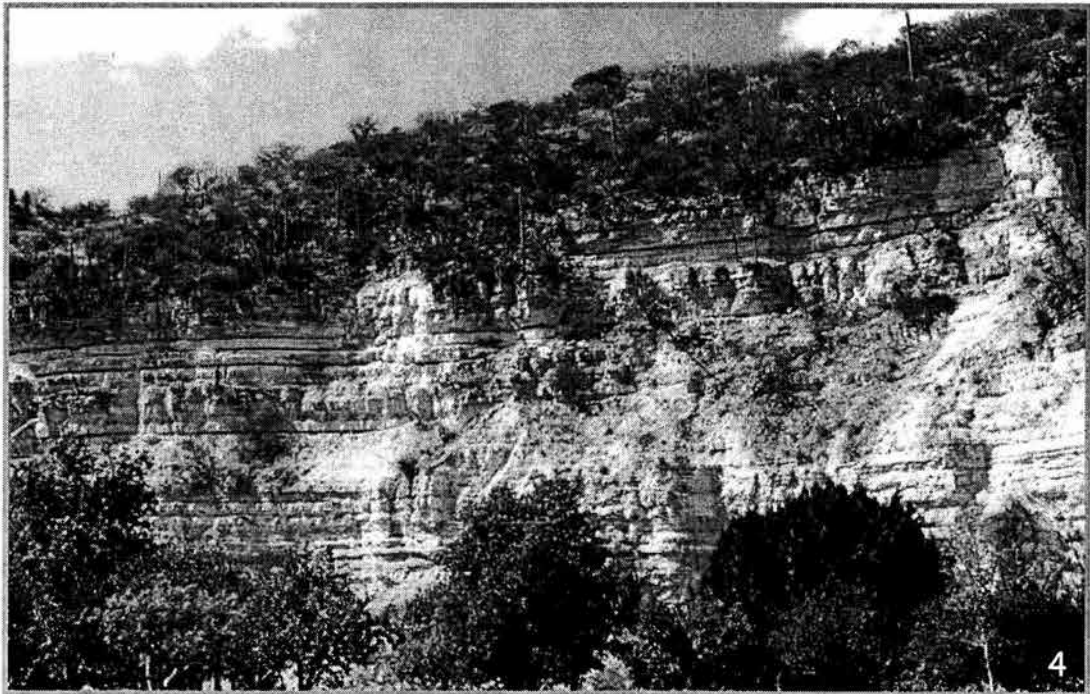


Foto 4. Sección Puente, vista panorámica de la localidad.

La secuencia consiste de una alternancia de calizas, areniscas y limolitas; la base está compuesta por conglomerados, la parte media cuenta con una alternancia de calizas y limolitas y en el tercio superior de esta pared se encuentra una capa bien definida de estromatolitos (Fotos 5 y 6).

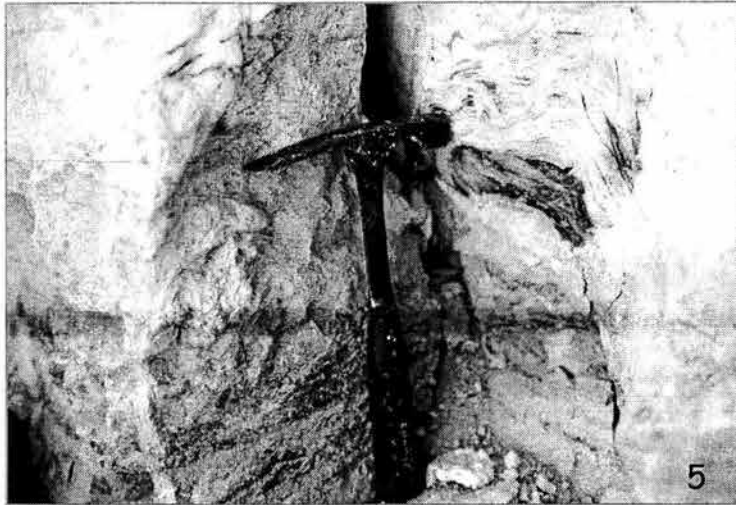
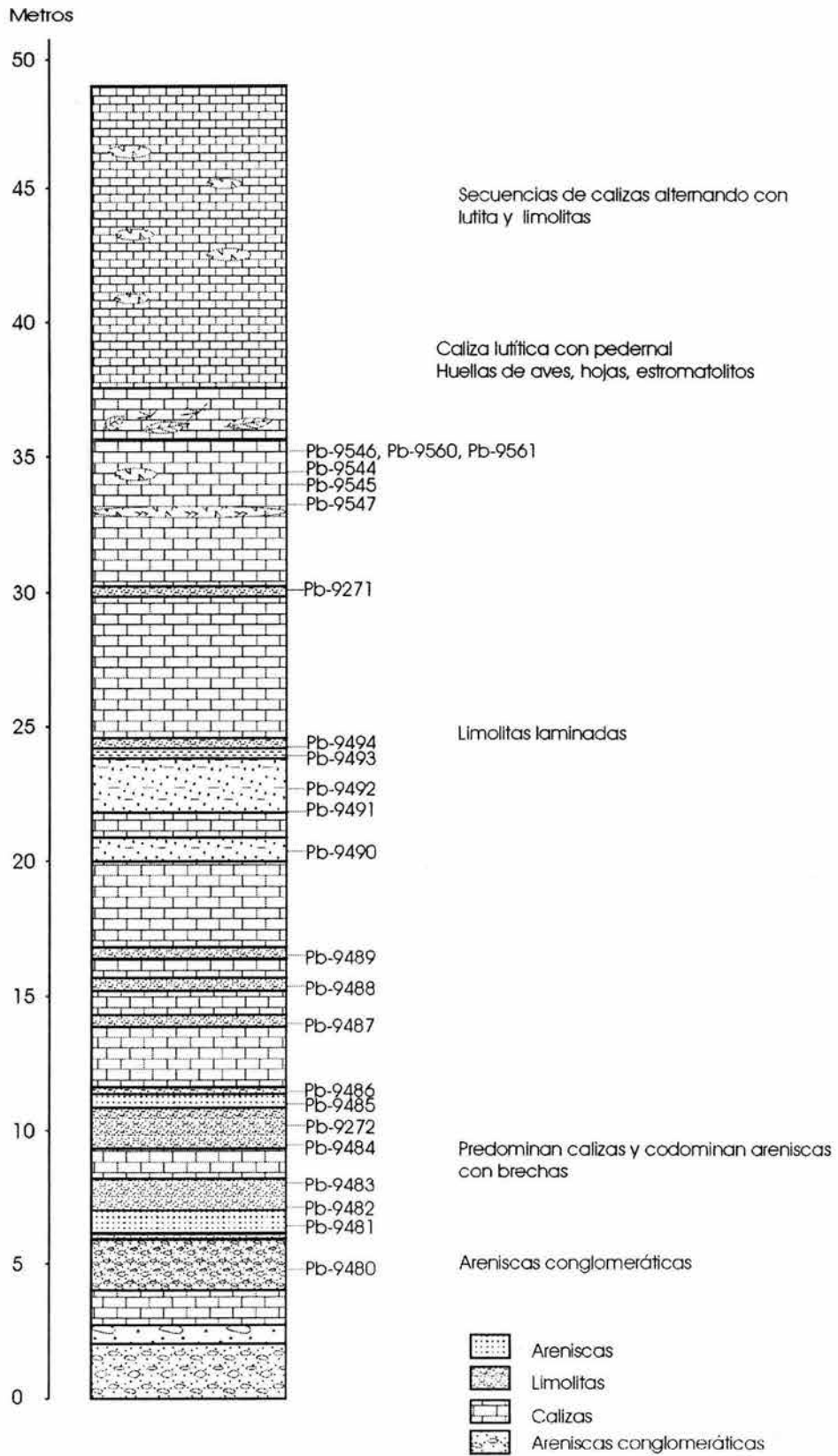


Foto. 5. Sección Puente Nivel de estromatolitos.



Foto. 6. Sección Puente
Estromatolitos silicificados.



N 18°36'30"
W 97°55'57"
994 msnm

Figura 5. Columna estratigráfica sección Puente

2.3 MUNICIPIO ZACAPALA

Se localiza en la parte suroeste del estado de Puebla. Su territorio pertenece a la cuenca del Río Atoyac. Aunque presenta también una gran cantidad de arroyos dispersos en el municipio, es cruzado por el Río Atoyac. Sus coordenadas geográficas son los paralelos $18^{\circ}27'42''$ y $18^{\circ}40'00''$ de latitud norte y los meridianos $97^{\circ}56'00''$ y $98^{\circ}16'42''$ de longitud oeste. Se encuentra a una altitud media de 1328 metros sobre el nivel del mar.

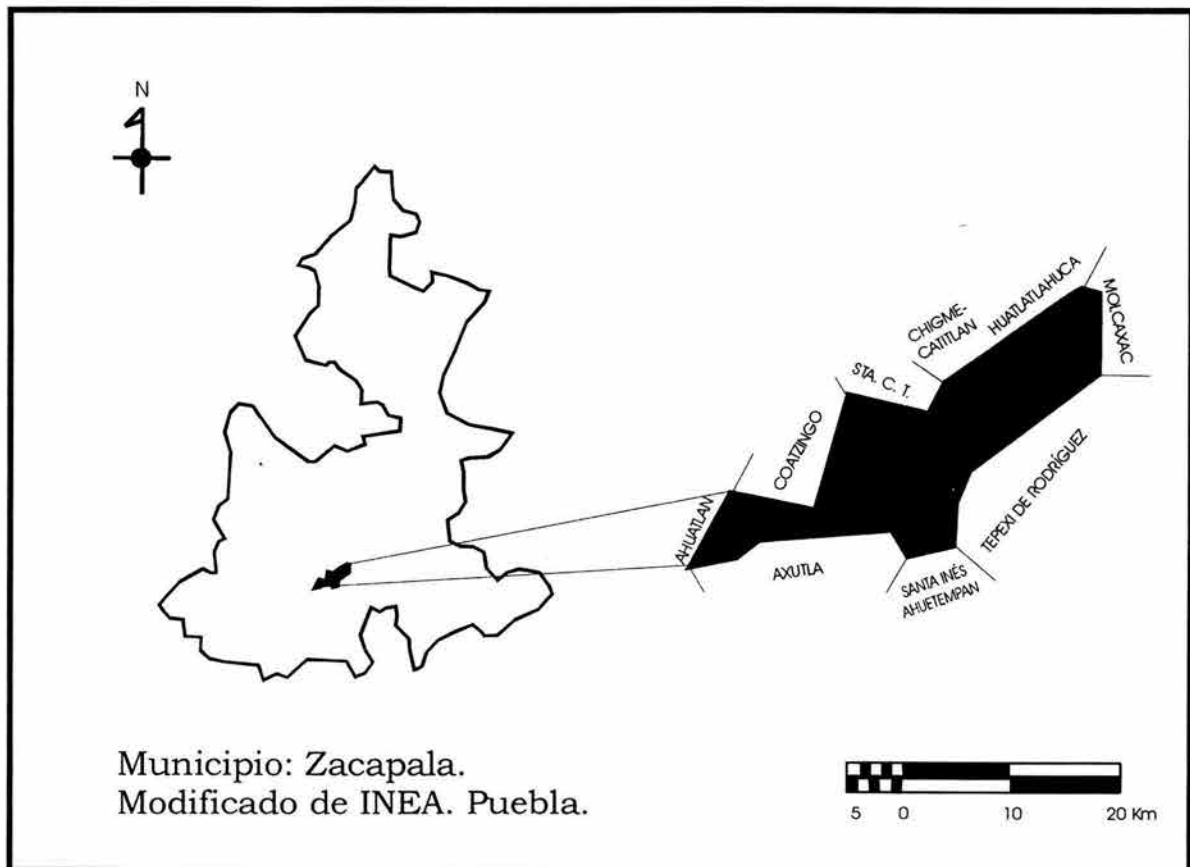


Figura 6. Mapa local del municipio Zacapala.

En este municipio se estudiaron dos secciones:
La sección "Techcale Blanco" y la sección "Zacapala"

2.3.1 "SECCIÓN ZACAPALA"

Esta secuencia litológica recibe el nombre del municipio por encontrarse en la proximidad de la cabecera municipal.

Al norte del municipio se encuentra una cañada denominada "Barranca Salada", donde aflora una secuencia evaporítica de unos 100 metros de espesor compuesta de lutitas, limolitas, areniscas y yesos, éstos últimos predominan la geomorfología de la columna estratigráfica desde la parte media. Los yesos alternan con lutitas finas, la litología se hace más clástica hacia la cima donde predominan limolitas que alternan con lutitas ricas en materia orgánica.

Hacia la cima, el contacto generalmente se encuentra cubierto y es discordante con los suelos cuaternarios. La columna se localiza en las coordenadas geográficas N 18°35'07" y W 98°04'55".

Se estudió con anterioridad la parte media de la sección Zacapala (Pb- 8007, Pb- 8008) donde abundan los yesos (Carranza, 2001). Para este trabajo se tomaron muestras hacia la cima que consisten en una secuencia de limolitas finamente laminadas infrayaciendo a los yesos que desde este nivel se hacen más continuos (Fotos 7 y 8).

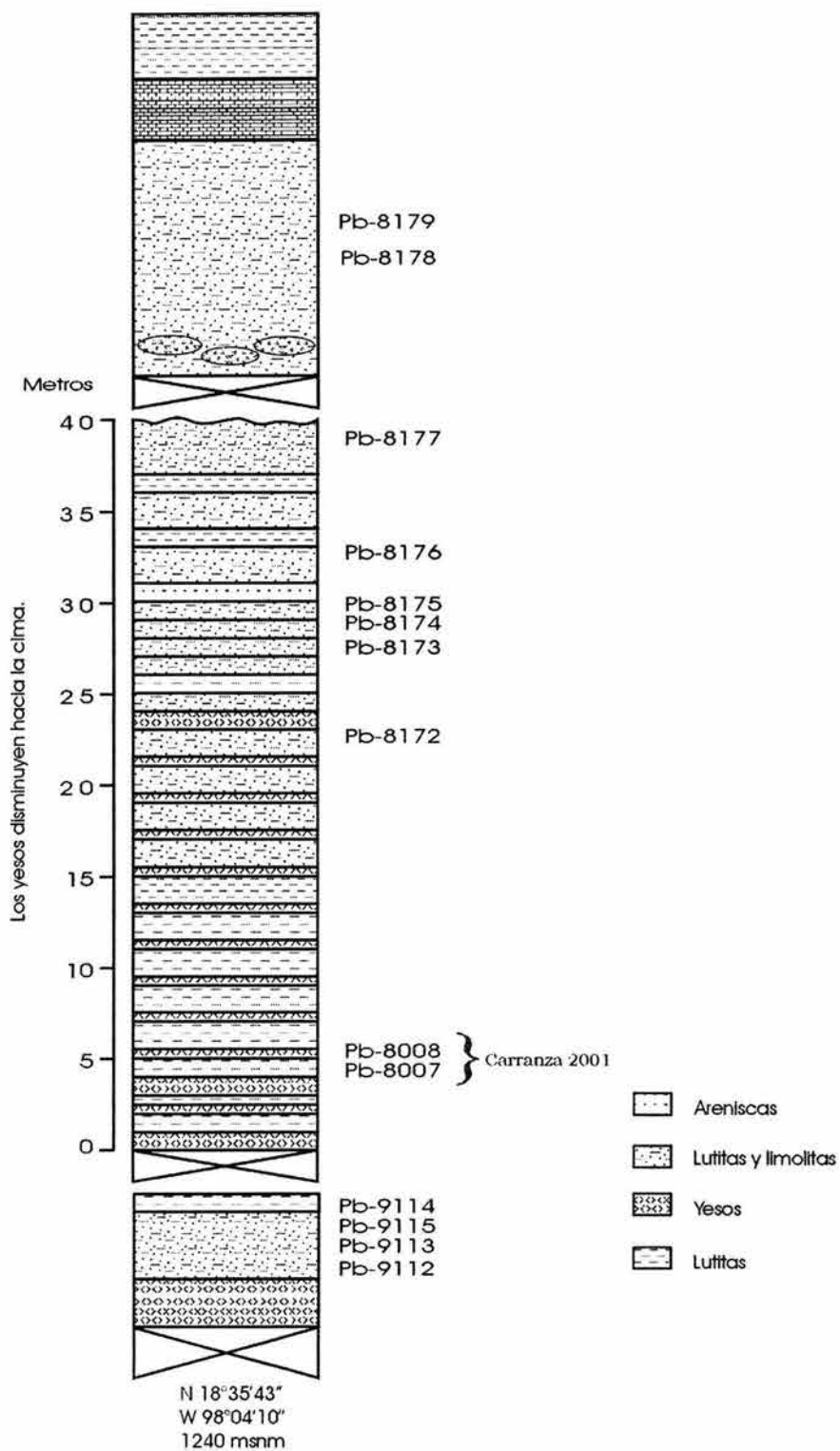
También se extrajeron limolitas laminadas color verde claro, areniscas finas y lutitas alternando con capas de yesos (Figura 7).



Foto 7. Vista panorámica de los afloramientos de la sección Zacapala.



Foto 8. Sección Zacapala, limolitas y areniscas finamente laminadas.



Sólo las muestras de la base y de la cima se analizaron en este trabajo

Figura 7. Columna estratigráfica sección Zacapala.

2.3.2 “SECCIÓN TECHCALE BLANCO”

En la comunidad de San Mateo Mimiapan, el cerro muestreado recibe dicho nombre (Techcale es una ladera) Foto 9.



Foto. 9. Sección Techcale Blanco, poblado San Mateo Mimiapan, Zacapala.
Vista general del área de estudio.

Este afloramiento se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas N18°31'21" y W 98°09'15" a una altitud de 1225 metros sobre el nivel del mar. Se trata de una secuencia litológica que contiene limolitas, pedernales y areniscas que dominan la geomorfología de la columna; la base contiene estratos de pedernal y se observa una capa delgada de yesos (Fotos 10 y 11).

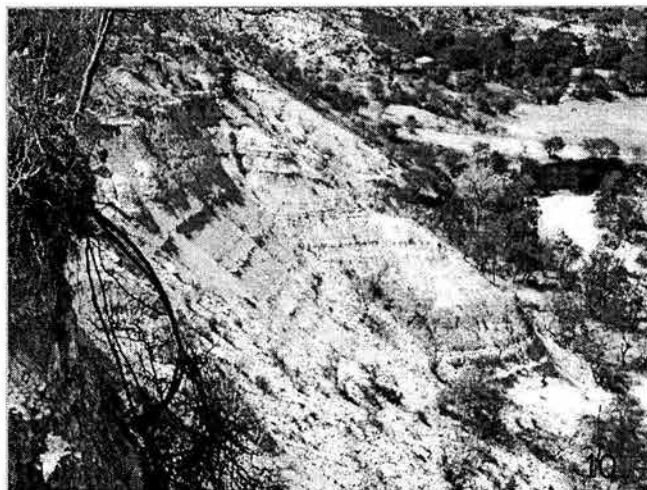


Foto 10. Ladera de la sección Techcale Blanco



Foto 11. Base de la sección Techcale Blanco. Pueden observarse capas de pedernal.

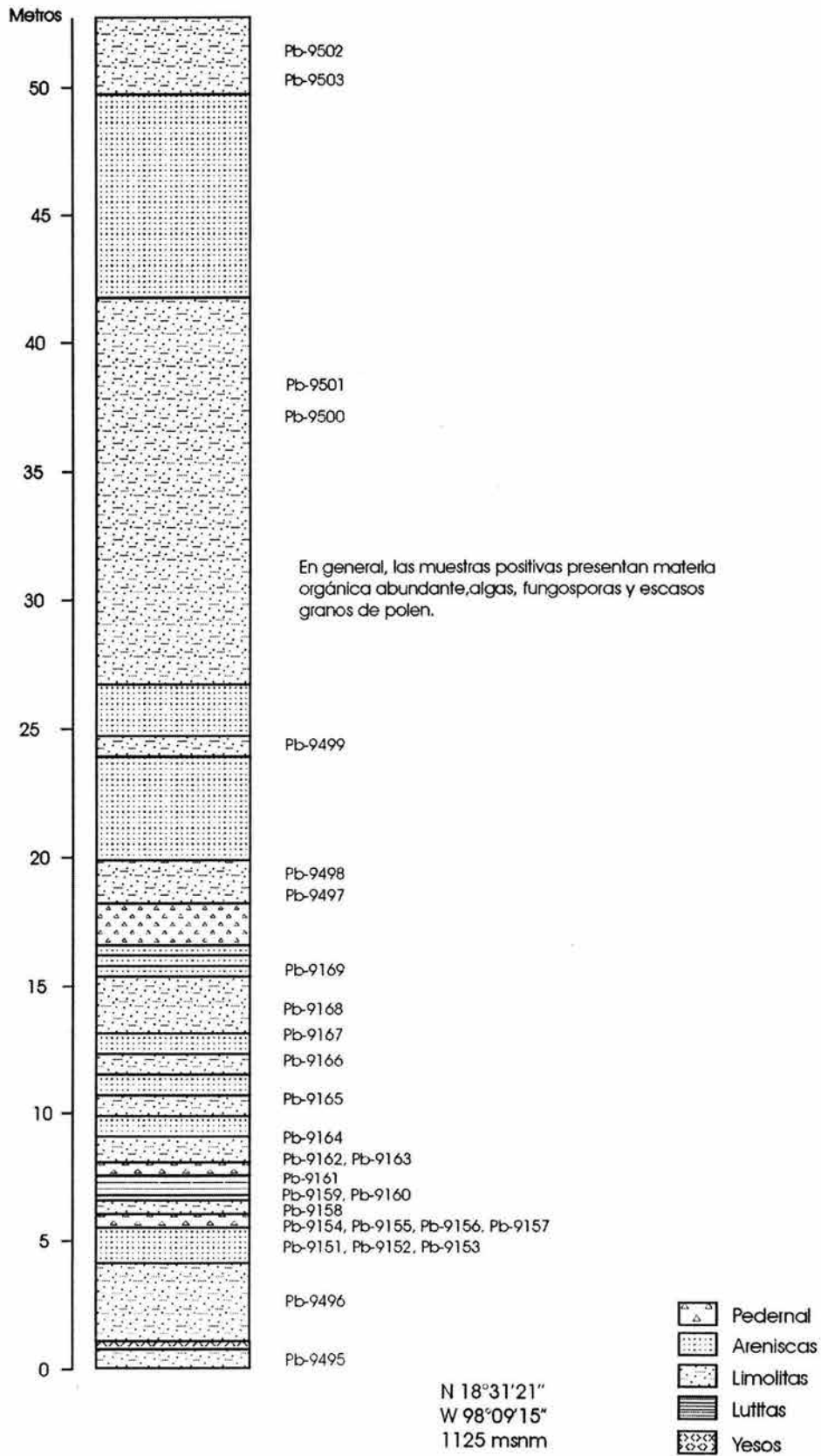
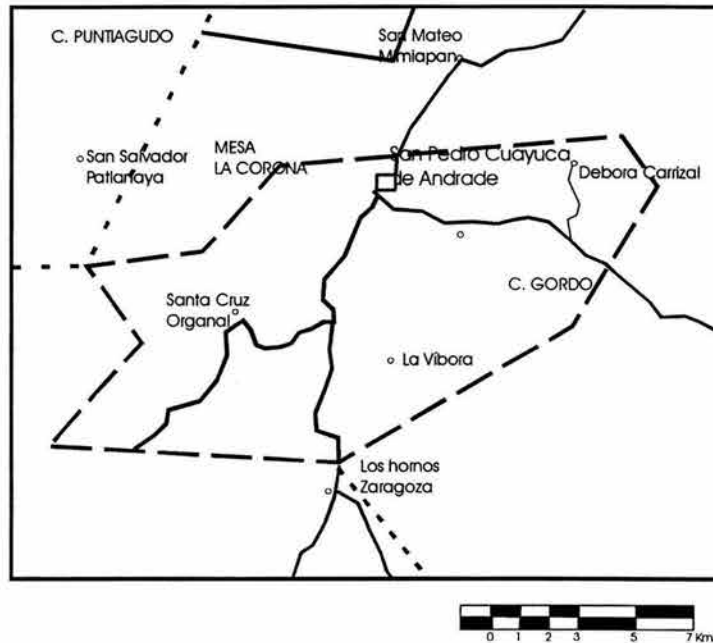


Figura 8. Columna estratigráfica de la sección Techcale Blanco.

2.4 MUNICIPIO SAN PEDRO CUAYUCA DE ANDRADE

Se localiza en la parte suroeste del estado entre las coordenadas geográficas 18°24'42" y 18°30'18" de latitud norte y 98°05'06" y 98°17'24" de longitud occidental. Pertenece a la cuenca del Río Atoyac. En el municipio se presenta la transición morfológica entre la Sierra de Acatlán al sur y los llanos de Tepexi al norte, marca el límite un río intermitente del Atoyac, que pasa al sur del municipio.



Vías de comunicación. Municipio S. P. Cuayuca de A.
Modificado de INEGI

Figura 9. Mapa local del municipio San Pedro Cuayuca de Andrade

En este municipio se estudio una sección:

2.4.1 SECCIÓN “EL TRONCO”

Las muestras fueron tomadas en el lugar donde se encontró un tronco fosilizado de aproximadamente 80 centímetros de diámetro por un metro de largo (Foto 12). En esta región es común encontrar fragmentos de madera fósil.

“El Tronco” es un pequeño afloramiento de areniscas masivas color verde olivo con amarillo, y un estrato de lodolitas verde olivo que se ubica entre las localidades de Mimiapan y Cuayuca en las coordenadas geográficas N 18°30'18" y W 98°10'31" a una altitud aproximada de 1276 metros sobre el nivel del mar.

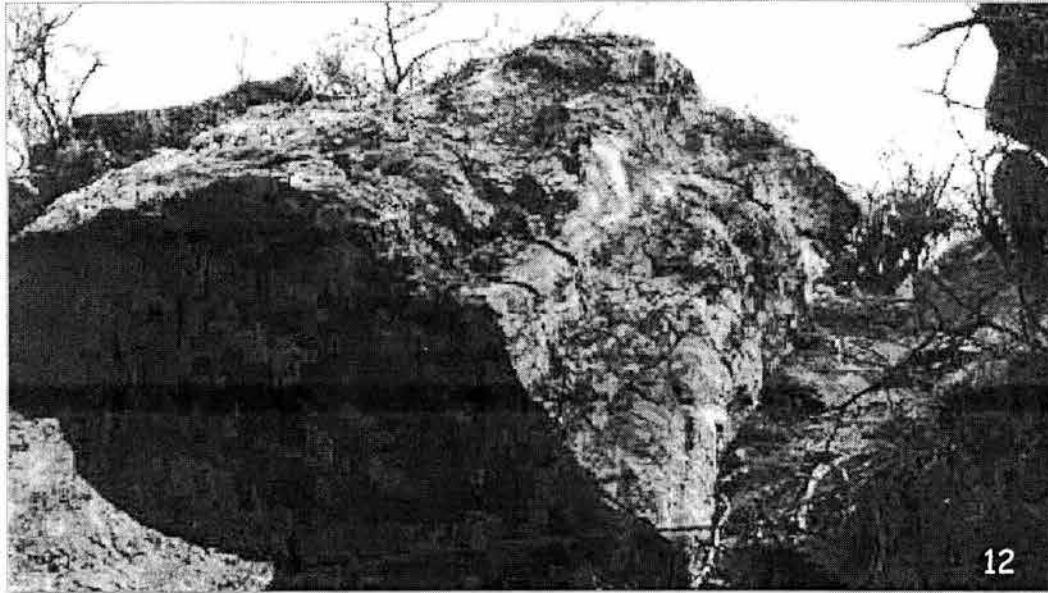


Foto. 12. Sección Tronco, afloramiento en el municipio San Pedro Cuayuca de Andrade.

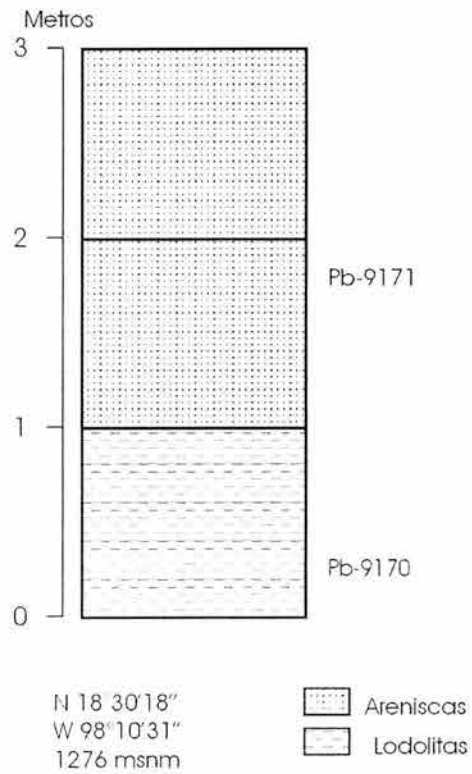


Figura 10. Columna estratigráfica sección Tronco.

2.5 MUNICIPIO COATZINGO

Se localiza en la parte centro sur del estado de Puebla, forma parte de los llanos de Tepexi. Pertenece a la cuenca del Río Atoyac. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18°31'36" y 18°39'36" de latitud norte y los meridianos 98°08'18" y 98°14'60" de longitud oeste.

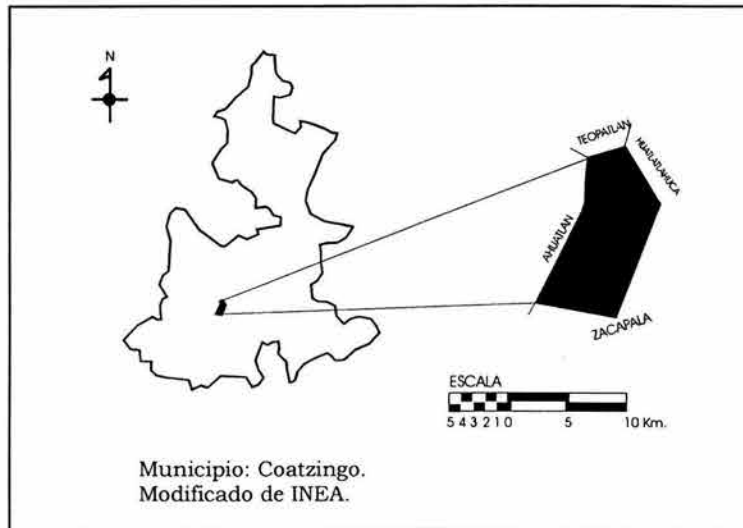


Figura 11. Mapa local del municipio de Coatzingo.

Las secciones “Zaragoza” y “Cerro Pelón”

2.5.1 SECCIÓN “ZARAGOZA”

Así se llama al lomerío donde fueron tomadas las muestras litológicas para la extracción de palinomorfos (Foto 13 y 14). Se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 18°35'02" y 98°10'06". Se localiza a 3 kilómetros al sureste de Zaragoza. En esta área los estratos se encuentran inclinados y la secuencia mide más de 100 metros de longitud. En los primeros 50 metros se observa la alternancia de limolitas y abundan los pedernales con estromatolitos, la litología cambia hacia la parte media de la columna a lutitas y limolitas (Foto 15), a los 51 metros de altitud se tomó la primera muestra, la segunda fue tomada a los 51.25 metros y la última a los 52 metros (Foto 16); hacia la cima continúa una secuencia de areniscas gruesas y poco pedernal (casi 30 metros),

las areniscas son las dominantes y en algunas partes se puede observar estratificación cruzada.



Figura 12. Mapa de Coatzingo, se observa la localización de Zaragoza.

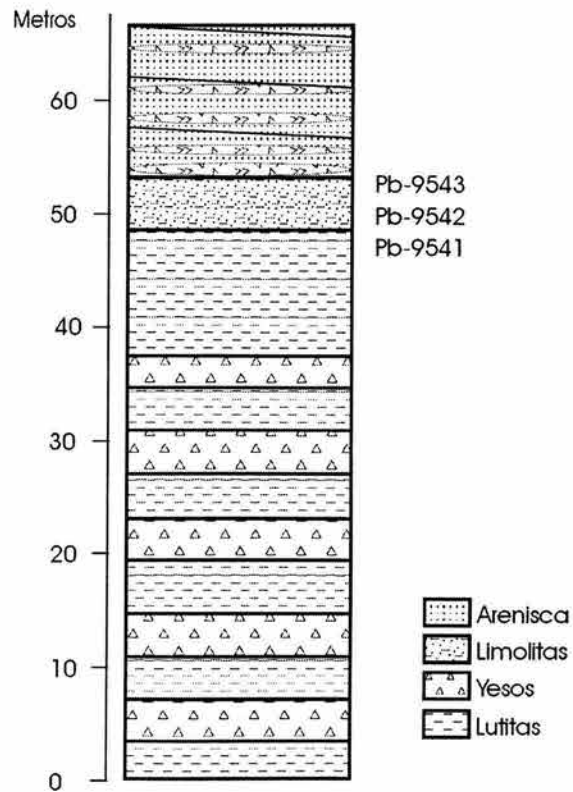


Figura 13. Columna estratigráfica sección Zaragoza.



Foto 13. Vista general de la sección Zaragoza, municipio de Coatzingo.



Foto 14. Ladera de la sección Zaragoza.



Foto 15. Sección Zaragoza, secuencia de lutitas y limolitas.



Foto 16. Lutita/limolita Pb-9543.

2.5.2 SECCIÓN “CERRO PELÓN”

Nombre dado a una secuencia volcanoclástica de unos 85 metros de altura, presenta de forma predominante alternancia de areniscas y limolitas. Es notable la presencia de yesos y algunos pedernales.

Dicha sección pertenece al Cerro el Calvario ubicado al noroeste de la cabecera municipal (Fotos 17 y 18).



Foto 17. Ladera de la sección Cerro Pelón

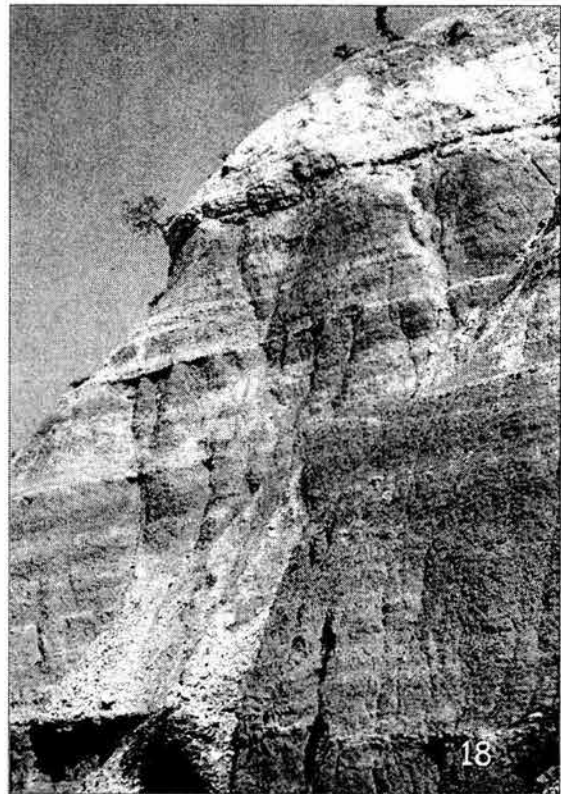


Foto 18. Parte superior de la ladera de la sección Cerro Pelón

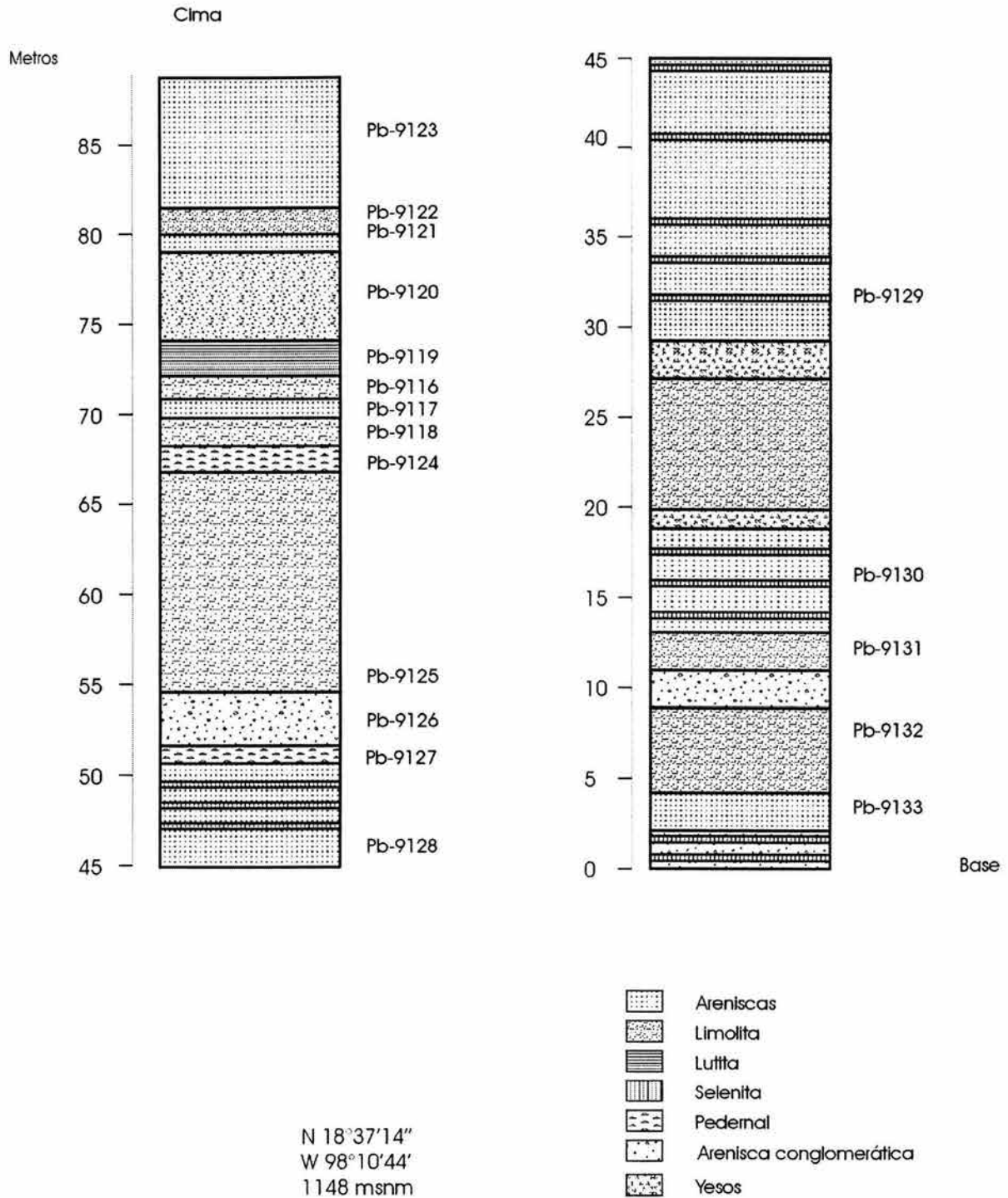


Figura 14. Columna estratigráfica sección Cerro Pelón.

CAPÍTULO 3

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TRABAJO DE CAMPO

Se estudiaron diferentes localidades en los municipios de Tepexi de Rodríguez, Zacapala, San Pedro Cuayuca de Andrade y Coatzingo, lugares en los que existen afloramientos con características litológicas idóneas para ser muestreados y que cubren los límites este a oeste de la cuenca Tepexi-Coatzingo.

Con base en las cartas topográficas E14B63 Coatzingo, E14B64 Molcaxac y E14B73 Tehuiztzingo del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) escala 1:50,000 del estado de Puebla, se localizaron las secciones a examinar.

3.1.2 RECOLECTA DE MUESTRAS

Al llegar a los afloramientos se observó el tipo de rocas, posteriormente, se tomaron muestras de roca a lo largo de la sección, comenzando de base a cima (para evitar contaminaciones), además se procuró quitar la roca más expuesta de tal forma que aflorara la roca fresca (no intemperizada), luego se guardaron en bolsas de plástico se cerraron bien y se numeraron.

Se tomaron las coordenadas geográficas con un posicionador geográfico electrónico (GPS).

Se esquematizaron las columnas estratigráficas para cada uno de los afloramientos muestreados, señalando los niveles correspondientes de donde se tomaron las muestras.

3.2 TRABAJO EN LABORATORIO

Cada una de las muestras fue procesada con la técnica para extracción de palinomorfos fósiles estándar que a continuación se describe:

3.2.1. PROCESO QUÍMICO:

1. - Se trituró en un mortero metálico una parte de cada muestra hasta obtener porciones pequeñas de alrededor de 5 milímetros cúbicos.
2. - Se pesaron 30 gramos de cada muestra.
3. - Cada una de las muestras (pesada previamente) se colocó en un vaso de precipitado de plástico y se le agregó HCl (ácido clorhídrico) al 10%, se dejaron durante 24 horas. Esto sirvió 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 un pH de 7.
5. - Se le agregó HF (ácido fluorhídrico) químicamente puro y se dejó por 24 horas, para disolver los silicatos. Mientras se agrega HF a la muestra, debe cuidarse que la temperatura no exceda de 70 grados Celsius, dicha situación se puede controlar adicionando agua.
6. - Se repitió el paso número 4 y la muestra se colocó en tubos de 50 centímetros cúbicos y en cada lavada se centrifugó a 1200 revoluciones por minuto (rpm) durante cinco 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. - A la mayoría de las muestras se les hizo la técnica de acetólisis (9 partes de anhídrido acético y una parte de ácido sulfúrico(H_2SO_4)). Se dejó de 7 a 10 minutos, después se lavó y centrifugó como en el paso 6.
9. - La reacción se detiene con ácido acético comercial.
11. - A las muestras que tenían mucha materia orgánica se les hizo la técnica de Schultz (mezcla saturada de clorato de potasio ($KClO_3$) y ácido nítrico (HNO_3), con esto, las muestras se dejaron 7 minutos.
12. - Tanto a las muestras acetolizadas como a las tratadas con Schultz, se neutralizó con agua.
13. - En la siguiente etapa se empleó el método de densidad para separar la materia orgánica del resto de los minerales; se utilizó bromuro de zinc ($BrZn_2$),

que se agregó en cantidad suficiente para cubrir las muestras, se agitaron y se les agregó más bromuro hasta completar el doble del residuo.

14. - Se centrifugó a 1200 r.p.m. por 8 minutos.
15. - 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.
16. - Se lavaron varias veces con agua destilada para obtener un pH 7.
17. - Al residuo orgánico (de cada muestra) obtenido en el proceso químico al que fueron sometidas las rocas se le agrega hidroxietilcelulosa (HEC).
18. - De cada muestra se toma una alícuota de dicha mezcla, se coloca sobre un cubre objetos (22x22 mm.) y se distribuye homogéneamente con un palillo limpio sobre toda la superficie.
19. - Los cubre objetos fueron colocados sobre una parrilla hasta que el exceso de agua se evaporó.
20. - Se montaron los cubreobjetos con las muestras con bálsamo de Canadá sobre un portaobjetos.

3.3 ELABORACIÓN DE LAMINILLAS PALINOLÓGICAS

1. - Se elaboraron laminillas permanentes de cada muestra empleando toda la materia orgánica.
 2. - Las laminillas se etiquetaron con un número de colección "Pb-" y finalmente se colocaron en un horno a una temperatura de 70° C durante dos semanas.
- El material utilizado para este estudio, se encuentra actualmente depositado en la colección palinológica "IGLUNAM", del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

3.4 MICROSCOPIA

Empleando un microscopio óptico Carl Zeiss y las técnicas de iluminación de Köeler y contraste de fases, se observó cada laminilla palinológica.

Primero, se hizo una revisión general a 40x que permitió saber si las laminillas contenían o no palinomorfos. Se describen las fungosporas, esporas y polen encontradas durante la revisión de las laminillas palinológicas, la descripción e identificación se realizó a 100x (objetivo de inmersión).

Se anotaron las coordenadas para una rápida localización de un palinomorfo específico en la laminilla palinológica.

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 la exina; asimismo, se realizó el análisis L-0 (Luz-Oscuridad; Erdtman, 1952).

3.5 CLASIFICACIÓN DE LOS PALINOMORFOS

Primero se describen las fungosporas, después las esporas de pteridofitas y finalmente, se describen los granos de polen de gimnospermas y angiospermas. Una vez establecidos estos grandes grupos, los taxa se ordenaron alfabéticamente de acuerdo al nombre de familia y posteriormente, en orden alfabético de acuerdo al género.

3.6 DESCRIPCIÓN DE PALINOMORFOS

Se describen morfológicamente los diferentes elementos de acuerdo a lo establecido para cada grupo (fungosporas, esporas y polen).

3.7 IDENTIFICACIÓN DE LOS PALINOMORFOS E INTERPRETACIÓN

Después de la descripción se buscó su relación taxonómica con organismos vivientes o fósiles reportados en literatura específica. En general la comparación de los granos de polen fósiles con las formas vivientes o con otras también fósiles, permitieron la identificación y taxonomía. Fue complicado establecer su taxonomía cuando los fósiles aparentemente, no tienen equivalentes en la flora moderna; entonces se recurrió a comparaciones con otros grupos afines hasta llegar a una interpretación adecuada, aspecto que no siempre fue posible.

- Se reconocen las formas palinológicas de importancia cronoestratigráfica.
- Se determinan los tipos de comunidades vegetales que representan los palinomorfos contenidos en los sedimentos de la cuenca Tepexi-Coatzingo.
- Se interpreta el paleoclima reflejado por los conjuntos polínicos.
- Se interpreta el paleoambiente de la cuenca.

3.8 TOMA DE MICROFOTOGRAFÍAS

Por último se tomaron microfotografías de los palinomorfos más representativos de las muestras en un microscopio Olympus BH-2 y Bx50 que cuentan con una cámara digital DP11 Olympus. También fue utilizado con dicho fin un microscopio Carl Zeiss.

La mayoría de las microfotografías fueron tomadas con el objetivo de inmersión a 100x.

3.9 ELABORACIÓN DE LÁMINAS FOTOGRÁFICAS

Se observan las microfotografías de los palinomorfos representativos de la cuenca cenozoica Tepexi-Coatzingo en la siguiente escala: 1 mm equivale a 1 micra.

3.10 ANÁLISIS DE SIMILITUD POLÍNICA

Para reconocer la similitud palinológica entre todas las secciones de la cuenca Tepexi-Coatzingo, se elaboró una matriz de datos que indican la presencia o ausencia de cada uno de los taxa reconocidos por medio del polen. Dicha matriz se analizó fenéticamente. El análisis involucra, los resultados de Martínez y Ramírez 1999, Carranza 2001 y los de este trabajo. (Ver Tabla 12 en Anexo).

Los análisis fenéticos derivan de un conjunto de técnicas estadísticas útiles para la observación de patrones de asociación entre múltiples variables.

Por lo que se realizó una matriz básica de datos (BDM) que permitió efectuar diferentes técnicas que finalmente, permiten mostrar en forma gráfica (fenograma Fig. 19), patrones de diferenciación de las variables originales, es decir, cuales son las secciones más similares en cuanto a la presencia de taxa.

Los métodos fenéticos se basan en la similitud global de los caracteres (en este caso, la presencia de los taxa).

Análisis fenéticos:

- 1) Se eligieron las unidades de estudio.

Los granos de polen fósil determinado a nivel de género (en su defecto a familia).

- 2) Elección de caracteres.

Presencia o ausencia de los diferentes taxa (género o familia) en cada sección litológica.

3) Construcción de la matriz básica de datos.

Para la creación de la BDM, primero, se realizó una lista de los nombres de las familias y géneros a la par; se escribieron los nombres de las 11 secciones pertenecientes a la cuenca Tepexi-Coatzingo.

	Familia	Genero	Ahueh	Punto	Chigm	Patoy	Zacap	Flamen	Puente	Techcal	Tronco	Cpelon	Zarag
			M&R	M&R	M&R	C2001	C01-04	C 2004	C 2004	C 2004	C 2004	C 2004	C 2004
1	Acanthaceae	Acanthacidites	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	Juglandaceae	Platycaryapollenites	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
54	Juglandaceae	Plicatopollis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
55	Juglandaceae	Pterocarya	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0
56	Lamiaceae	Lamiaceae	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
57	Leguminosae	Acaciapollenites	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
58	Leguminosae	Dalea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Figura 15 Matriz de caracteres binarios.

Presencia (representada con el número 1) y Ausencia (con el número 0).

* En la primera fila se observan las abreviaturas de los nombres de las secciones, Ahu (Ahuehuetes), Pun (Punto Triple), Chig (Chigmeecatitlán), Pat (Puente Atoyac), Zac (Zacapala), Fla (Flamenco), Puente (Puente), Techcale (Techcale Blanco), Tronco (Tronco), Cpel (Cerro Pelón), Zar (Zaragoza), en la segunda, las abreviaturas de los nombres de los autores MyR (Martínez y Ramírez, 1999), C (Carranza, 2001 y este trabajo).

Los datos para la matriz básica de datos (BDM) se capturaron en una hoja de Excel 97 (Ver anexo Tabla 12) y posteriormente, ésta información se transformó en un editor de textos para que pudiera ser leída por el programa NTSYS como un archivo .nts.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	1	107	11									
2		Ahu	Pun	Chig	Pat	Zac	Fla	Puen	Tech	Tron	Cpel	Zar
3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Figura 16. Matriz básica de datos. Contiene 107 taxa (OTUS) y la abreviatura de los nombres de las 11 localidades indicados en la primera fila. (Ésta gráfica se editó posteriormente en NTSYS)

NTSYS

- 4) Se calculó la similitud por columnas (entre las diferentes secciones litológicas)

Con base en la MBD y utilizando el coeficiente de Jaccard, se calculó la similitud para cada par posible de las unidades taxonómicas. El coeficiente de similitud de Jaccard calcula el número de correspondencias positivas en un par de muestras entre el total de correspondencias y no importan las ausencias compartidas.

- 5) Análisis de conglomerados

Se utilizó la matriz de similitud y el método UPGMA (que mantiene el espacio real aritméticamente hablando). Se imprimió el fenograma que representa la similitud entre las secciones comparadas (Figura 19).

- 6) Se calculó el índice de correlación cofenética.

Utilizando la matriz del resultado anterior, se calculó el valor cofenético que mide que tanto las matrices de distancia y el fenograma dicen lo mismo (se calcula r que es igual al índice de correlación cofenético).

- 7) Se graficó una matriz de comparación. Utilizando la matriz de similitud (Jaccard) y la matriz cofenética.

- 8) Se hizo una ordenación (Técnicas estadísticas útiles para el análisis de patrones de asociación entre múltiples variables). También reduce la BDM a un gráfico.

- 9) Se realizó un análisis de correspondencia

Esta técnica permite identificar los taxa que determinan los agrupamientos y se pueden graficar en los sitios de muestreo.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

Se recuperó una asociación palinológica diversa en la cuenca cenozoica de Tepexi-Coatzingo. En las siete secciones (Flamenco, Puente, Zacapala, Techale Blanco, Cerro Pelón, Zaragoza y Tronco), se reconocieron elementos de origen continental como fragmentos algales de agua dulce o salobre, fungosporas, esporas y granos de polen que se describen morfológicamente y se determinaron taxonómicamente. La mayoría de los granos de polen pudieron identificarse a nivel familia, otros a nivel género y en pocos casos se logró la determinación a nivel específico (con referencia en la taxonomía neobotánica o en la taxonomía de grupos fósiles de acuerdo con la bibliografía).

4.1 DESCRIPCIONES TAXONÓMICAS

Dificultades en la clasificación de los conjuntos polínicos radican en la inconsistencia de los parámetros o criterios taxonómicos y la denominación de las unidades de investigación. Un gran problema en la paleopalinología, es la clasificación taxonómica de los numerosos especímenes obtenidos en muestras pre-cuaternarias, donde los palinomorfos podrían clasificarse en órgano-géneros extintos, forma-género o géneros recientes.

De acuerdo con las Reglas Internacionales de Nomenclatura Botánica se puede interpretar que hay dos alternativas para clasificar a los granos de polen y/o esporas:

- 1.- Identificarlos como taxón natural conocido (viviente) y emplear el nombre de dicho taxón en el esporomorfo.
- 2.- Si un esporomorfo no puede ser referido a un taxón natural, podría ser referido a un taxón extinto (Forma-Taxón, previamente descrito) o, se puede proponer una nueva forma-taxón.

El código internacional de nomenclatura botánica ICBN ante esta situación, requiere de propuestas para asignar de una mejor manera los nombres de los taxa encontrados en conjuntos palinológicos.

Una alternativa que se ha propuesto para una mejor comunicación de los resultados, es estandarizar las descripciones y nombrar las esporas y polen fósil encontrados en depósitos precuaternarios (Erdtman 1947; Potonié 1952; Thompson y Pfluj 1953; Faegri 1956; Van der Hammen 1954).

Sin embargo, la estandarización de la nomenclatura morfológica es difícil en la práctica, debido a las diferentes escuelas de la terminología descriptiva: la de Faegri-Iversen, Troels-Smith en Dinamarca; la de Erdtman en Noruega y la de Potonié en Alemania.

Algunas propuestas de clasificación denominan el material directamente a géneros recientes, o utilizan "Cf" (que indica afinidad), cuando no hay absoluta certeza en la identificación (Simpson, 1936).

Erdtman, 1947 publicó una de las clasificaciones más completas para polen y esporas del Terciario. Los géneros ahí pre-definidos estuvieron basados en grupos llamados "esporomorfos". Incluyendo también la definición de "forma" según algunos caracteres como tipo y posición de las aberturas.

Van der Hammen, 1954 utilizó el tipo de aberturas, además del tipo de escultura para denominar parataxonómicamente los nombres de los granos de polen.

Traverse en 1955, empleó nombres genéricos de taxa extintos del Terciario cuando consideraba que la afinidad del género fósil con el moderno era cierta y, cuando la relación genérica de un esporomorfo fue incierta, un nuevo órgano género se creaba para incluirlo en el sistema natural y colocarlo en una familia actual. Traverse 1955 considera, que varios trabajos del Terciario no son válidos en cuanto a nomenclatura. El IBCN (Código Internacional de Nomenclatura Botánica) es el que debe regular estas discrepancias.

Los sistemas semi naturales (Half Natural Systems) han causado la mayoría de la confusión nomenclatural que existe hoy día, pero por lo práctico que son, suelen ser los más utilizados.

A veces, cuando se tienen granos de polen, morfológicamente muy parecidos y que corresponden a un sólo grupo parataxonómico, las características morfológicas no permiten hacer subdivisiones más finas.

De momento esos problemas no pueden ser resueltos y la única solución es asignarlos a grupos artificiales. En un futuro cuando se halla recabado más información y hayamos aprendido más sobre las restricciones morfológicas que presentan los grupos taxonómicos, se podrán definir con más precisión grupos más subordinados.

A continuación, se describe la morfología de los palinomorfos recuperados en este trabajo.

4.2 DESCRIPCIÓN DE TAXA Y DETERMINACIÓN DE AFINIDADES TAXONÓMICAS

4.2.1 **ACRITARCAS**

El grupo acritarca (Akritos = incierto, mezclado confuso y arco = comienzo, origen) fue propuesto por (Evitt 1963b). La palinología los considera, como sujetos de estudio.

Son microfósiles que no pueden ser asignados convincentemente a determinados grupos de organismos conocidos aunque se ha propuesto, que los acritarcas resulten de quistes marinos, de fitoplancton o que podrían representar quistes de agua dulce derivados de clorofitas.

Su importancia radica en su potencial paleogeográfico y paleoambiental. En términos paleoambientales, se consideran predominantemente marinos, recuperados en grandes cantidades en mares profundos, distantes a la línea de costa. En ambientes transicionales llegan a presentarse pero son poco abundantes (<http://www.geocities.com/historiadavida/micro.html>).

Acritarca sp. Evitt 1963b. (Lámina 1. Fig.1)

Organismo unicelular de forma circular, pared equinada de +/- 1.6 μ de grosor. Aparentemente sin aberturas. Mide 10 a 20 μ de diámetro.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Flamenco, Techcale Blanco, Tronco.

Registro geológico: Desde el Paleozoico hasta nuestros días.

4.2.2 ALGAS

Las algas han sido consideradas en los estudios de palinología sobre todo para realizar inferencias de índole ambiental. La preservación de estos organismos en los sedimentos es difícil y al realizar las técnicas de extracción palinológica el material orgánico llega a ser afectado, no obstante, las algas se han recuperado en rocas que se remontan al Precámbrico.

Algunos géneros de algas recuperados en este estudio se describen a continuación:

Familia Botryococcaceae

***Botryococcus* sp.** Kützing 1845. (Lámina 1. Figs. 2 y 3)

Alga circular con borde irregular y lobado. Células individuales arregladas radialmente. Diámetro de 20 a 40 μ .

Afinidad: Con el género actual *Botryococcus*.

Sección (es): Flamenco, Techcale Blanco.

Registro geológico: Con respecto a las algas de tipo *Botryococcus* se puede decir que son palinomorfos comunes en la literatura a partir del Paleozoico.

Familia Hydrodictyaceae

***Pediastrum* sp.** Meyen 1829.

Más de 15 células en cada colonia. Células individuales comúnmente triangulares. Exina muy delgada. Tamaño entre 70 y 130 μ .

Afinidad: Con el género actual *Pediastrum*.

Sección (es): Flamenco, Techcale Blanco, Tronco.

Registro geológico: Las especies de *Pediastrum* más antiguas que se han reportado, datan del Cretácico Tardío (Evitt 1963; Batten y Lister 1988), aunque la mayoría de éstos palinomorfos se han descrito en depósitos Cenozoicos.

Familia Zygnemataceae

Las Zygnemataceae tienen un registro geológico muy amplio, con varios géneros desde el Paleozoico Tardío (Ej. *Mougeotia* como el fósil *Tetraporina*, *Spirogyra*, los

fósiles *Ovodites*, *Schizosporis* y *Debarya* así como *Lecaniella* y *Peltacystia*) (Martin, 1992).

***Mougeotiales* sp.** Barlinge et Paradkar 1982. (Lámina 1. Fig. 4)

Células elongadas de 160 a 170 μ de longitud y de 110-120 μ de ancho. Oval a elíptica la parte central y presenta prolongaciones que asemejan una forma romboidal.

Afinidad: Con el género actual *Mougeotia*

Sección (es): Flamenco.

Registro geológico: Las *Zygnemataceae* como *Mougeotia*, tienen un registro geológico muy amplio. El género se reporta desde el Paleozoico Tardío. Y específicamente se ha recuperado en sedimentos del Cretácico ¿Tardío? de la India (Jansonius *et al.*, 1998).

***Ovoidites* sp.** Potonié 1951 ex Krutzsch 1959. (Lámina 1. Fig. 5)

Espora oval a fusiforme, terminaciones de redondeadas a punteadas, algunas se encuentran divididas en dos valvas. Forma género *Ovoidites* mide en promedio de 20 x 40 μ de tamaño.

Afinidad: Con el género actual *Ovoidites*. Krutzsch en 1961 considera a los ovoidites como micro plancton dulceacuícola.

Sección (es): Tronco.

Registro geológico: El género se ha reportado principalmente para el Eoceno Medio de Alemania y alcanza una distribución estratigráfica del Cretácico Tardío al Holoceno. Recuperado también en el Neógeno de Bangladesh (grupo Surma).

Ovoidites grandis (Pocock) (Lámina 1. Fig. 6)

Espora de forma ovoide o elipsoidal con bordes punteados. 178x40 micras. Superficie lisa o finamente punctata. La ornamentación, se observan líneas paralelas a lo largo del alga.

Afinidad: Con las modernas zygosporas de *Zygnemataceae* del género *Ovoidites*.

Sección (es): Tronco.

Registro geológico: La especie se reportó para el lignito de Onakawana, edad Albiano (Zippi) 1998.

Palambages morulosa Wetzell 1933.

Alga esferoidal formada por varias células ovaladas. El conjunto de células puede medir de 80 a 120 μ , algunas células individuales llegan a medir de 30 a 50 μ de tamaño.

Afinidad: Con el género actual *Palambages*.

Sección (es): Flamenco.

Registro geológico: Reportado a partir del Mesozoico, presente también en el Cenozoico.

Spirogyra sp. Link 1820.

Alga de forma ovalada elongada, pared muy delgada. El alga mide 60 μ de longitud por 10.4 μ de ancho.

Afinidad: Con las *Spirogyra* modernas.

Sección (es): Zaragoza.

Registro geológico: *Spirogyra* pertenece a las Zygnemataceae que tienen un registro geológico desde el Paleozoico Tardío.

4.2.3 FUNGOSPORAS

Las esporas de hongos raramente se han reportado en estratos Pérmicos, Triásicos y en preparaciones de bolas de carbón. Sin embargo, existen pocos reportes de hifas silicificadas en el Devónico Temprano y en algunas laminillas palinológicas. También, se han encontrado fungosporas infrecuentemente en sedimentos Paleozoicos, más comúnmente en el Mesozoico Temprano y se incrementan fuertemente en número y variedad morfológica en el Terciario.

En ocasiones las fungosporas pasan desapercibidas debido a su color o a veces por su tamaño diminuto. Muchos micropaleontólogos desconocen su utilidad por ignorar su presencia, otros, por lo difícil que es delimitar e identificar los fósiles. Sin embargo, aún se continúa acumulando información sobre los hongos antiguos encontrados en diferentes estratos.

El uso de esporas de hongos en la bioestratigrafía se ha incrementado con el descubrimiento de esporas características con alcances estratigráficos limitados.

Las fungosporas comúnmente se presentan en muestras donde se preservan otros fósiles que pueden ser útiles en la determinación de la edad o paleoambiente de los sedimentos. El estudio combinado de hongos fósiles y vivientes es necesario para realizar un estudio integral de los palinomorfos fósiles que nos ayuden a interpretar el ambiente del pasado y entender las afinidades de los fósiles con los taxa actuales (Kalgutkar y Sigler 1995).

Los taxa de las esporas de hongos se reconocen sistemáticamente como *Sporae dispersae* (Sheffy et Dilcher 1971; Elsik 1976), Clase Fungi imperfecti; Orden *Sporae dispersae* y pueden ser agrupados de acuerdo al sistema de Saccardo (*In: Hawksworth et al.*, 1983).

A finales del siglo XIX, el micólogo italiano P. A. Saccardo propuso una serie de nombres para las esporas, de acuerdo con su aspecto; a causa de su popularidad, muchos libros y claves emplean esos términos. A los grupos de esporas se les añaden los siguientes prefijos: Amerosporae- Unicelulares, Didymosporae- Bicelulares, Phragmosporae - Con varios septos o tabiques transversales, Dictyosporae - Con septos transversales y longitudinales; también se llaman esporas muriformes, Scolecosporae - Filamentosas, Staurisporae - Ramificadas o con apéndices (esporas en forma de estrella), Helicosporae - Espirales o helicoidales.

Las características morfológicas de las fungosporas fósiles permiten su identificación y clasificación. La presencia o ausencia de una abertura es una de las primeras características que se observan junto con la forma y la ornamentación.

En este trabajo las esporas de hongos se describieron y asignaron a diferentes taxa y se procuró cubrir con los siguientes datos:

Todas las esporas pertenecen a la clase Fungi Imperfecti y al orden *Sporae dispersae*.

Género, autor y año / especie, autor y año.

Grupo al que pertenece la fungospora en el sistema de Saccardo.

Descripción: Se refiere a la morfología de la fungospora. En la descripción se incluyen los siguientes datos: Número de células, tipo de abertura (s), ornamentación, color y grosor de pared y tamaño.

Afinidad taxonómica: Se relaciona a la fungospora fósil con un taxa actual o fósil previamente descrito.

Sección (es): El nombre o nombres del afloramiento (s) donde se encontró el taxa fósil.

Registros geológicos: Se refiere al lugar y la edad geológica en las cuales se ha registrado el taxa en cuestión.

DESCRIPCIONES TAXONÓMICAS DE FUNGOSPORAS

Amerosporae

Biporipsilonites Kalgutkar et Jansonius 2000. (Lámina 1. Fig. 9)

Espora más o menos elongada a fusiforme, una sola célula con dos poros, pared lisa de más o menos 1 μ de grosor, presenta adelgazamiento en la parte media. Pared de color café rojizo. La fungospora presenta dos poros terminales, en los ápices se forman dos cámaras que se encuentran sostenidas por un vestíbulo basal. Tamaño 32 μ de ancho por 80 micras de largo.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Puente.

Registro geológico: Eoceno de la ciudad de Bakú en la República de Azerbaiyán (a orillas del Mar Caspio, antigua República URSS).

Phragmosporae

Brachyporisporites Lange et Smith 1971. (Lámina 2. Figs. 10, 11 y 12)

Brachyporisporites aff. *atratus* Kalgutkar 1993.

Espora de forma ovoide a lanceolada con 5 células, 4 septos relativamente gruesos (+/- 1.6 micras de grosor), un poro en uno de los ápices (en el lado agudo de la espora), se forma un atrio; el lado contrario al poro, es más redondeado. Ornamentación laevigada color café o ámbar. Pared 1.6 μ de grosor. Tamaño 25 μ de ancho (la parte más ancha) por 46 μ de largo.

Afinidad: Con el género actual *Brachysporium*.

Sección (es): Flamenco.

Registro geológico: El género está reportado para el Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano de Canadá.

Dydimosporae

Dicellaeporisporites Kalgutkar 1997. (Lámina 2. Fig. 13)

Fungospora elíptica a fusiforme, generalmente un poco constreñida en el septo central. Dos células no aberturadas, redondeadas que se adelgazan paulatinamente hacia el lado contrario del septo; isopolar, equilateral. Una célula es más pequeña que la otra. Pared laevigada color café, el grosor de la pared es inferior a 1 μ . Tamaño 14 μ de ancho por 33 de largo.

Afinidad: Con el género moderno *Apiosporina*.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: El género se ha reportado para el Terciario Temprano de Canadá.

Dydimosporae

Dicellaeporisporites aff. *delitschiapites* (Kalgutkar y Sigler) Kalgutkar 1997. (Lámina 2. Fig. 14)

Fungospora ovalada, dos células no aberturadas, separadas por un septo. La fungospora presenta una marca lateral a manera de abertura en una de las células, isopolar con células similares equilateralmente. Pared laevigada, color ámbar. Inferior a 1 μ de grosor. Tamaño 17 μ de ancho por 34 de largo y otra fungospora de 12 x 20 μ .

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: Especie reportada para el Eoceno Medio de Tennessee, EUA.

Dydimosporae

Dicellaeporisporites aff. *popovii* Elsik 1968. (Lámina 2. Fig. 15)

Fungospora ovalada, dos células no aberturadas, uniseptada, isopolar con células muy similares. Pared laevigada inferior a 1 μ . Tamaño 13 μ de ancho por 23 de largo.

Afinidad: Con el género actual *Delitschia*.

Sección (es): Cerro Pelón, Techcale Blanco.

Registro geológico: La especie se reporta para el Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano del estado de Texas, EUA (*In: Jansonius et al., 1976*).

Dictyosporae

Dictyosporites Felix 1894.

D. aff. *paradkarii* Kalgutkar et Jansonius 2000. (Lámina 2. Figs. 16 y 17)

Fungospora oval, multicelulada. 5 células sin aberturas (cuatro células parecidas en forma y tamaño, las células de los extremos son más pequeñas), fungospora muriforme, células de redondas a ligeramente poligonales. La fungospora presenta un engrosamiento de la pared que aparentemente la divide longitudinalmente. Pared color café claro, de 1 μ de grosor. Tamaño 12 μ de ancho por 34 μ de largo.

Afinidad: Este género es comparable con los géneros modernos como *Dictyosporium*, *Stemphylium*, *Septosporium*, *Alternaria*, *Dactylosporium* (en forma y número de células).

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: D. *paradkarii* se ha reportado en el Cretácico (Maestrichtiano) de la India.

Dictyosporites sp. 1

Fungospora oval a elongada, muriforme, muros de aproximadamente 1 μ de grosor, células redondas a poligonales, multicelada (7 células, unas acomodadas transversal y otras longitudinalmente), células sin aberturas, pared laevigada café de 2 μ de grosor. Tamaño 9 y 12 μ de ancho por 34 μ de largo.

Afinidad: Este género es comparable con géneros modernos *Dictyosporium*, *Stemphylium*, *Septosporium*, *Alternaria* y *Dactylosporium*.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: El género se encuentra reportado para el Cretácico de Asia y Cenozoico de Europa.

Dictyosporites sp. 2

Fungospora oval a lanceolada, muriforme. 8 células redondas a redondas poligonales, multicelulada, hacia el centro de la fungospora, las células son más grandes, disminuyen paulatinamente hacia los extremos de la fungospora donde

las células son más pequeñas y más agudas. Célula sin aberturas, pared con presencia de verrugas pequeñas. Tamaño 8 μ de ancho por 27 de largo.

Afinidad: Este género es comparable con los géneros modernos como *Dictyosporium*, *Stemphylium*, *Septosporium*, *Alternaria* y *Dactylosporium*.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: El género se encuentra reportado para el Cretácico de Asia y Cenozoico de Europa.

Phragmosporae

Diplodites Teterevnikova-Babaian et Taslakhchian 1973, ex Kalgutkar, Nambudiri et Tidwell 1993. (Lámina 2. Fig. 18)

Fungospora oval a lanceolada, 3 células, dos septos; células no aberturadas unidas en serie. Pared color café oscuro de 1 μ de grosor. Tamaño 7 μ de ancho (parte más ancha), la célula de en medio es la más ancha, en los extremos las células también son diferentes una es más grande y otra más pequeña que la célula central, mide 15 μ de largo.

Afinidad: Con los géneros *Diplodia*, *Botryodiplodia* y otros como *Dothiorella* y *Macrophoma*.

Sección (es): Tronco, Zaragoza.

Registro geológico: El género se reporta desde el Cretácico Tardío (Maestrichtiano), y en estratos terciarios de Armenia, también para el Maestrichtiano de la India.

Didymosporae

Dyadosporites van der Hammen 1954 ex Clarke 1965. (Lámina 2. Fig. 19)

Fungospora casi ovalada (extremos truncados), 2 células acomodadas en serie, 1 septo, dos lóculos uno en cada extremo de la funguspora, un poro en la parte más aguda de cada célula de los extremos. Pared laevigada color café oscuro. Tamaño 19 μ de ancho por 24 μ de largo.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: Género reportado para el Eoceno de Tennessee, EUA.

Amerosporae

aff. **Fusiformisporites** Rouse 1962.

Espora de forma ovalada, está dividida en dos partes (Septo transversal), pared de 1 micra de grosor, punteada en el ecuador. Fungospora sin aberturas. Pared color café, laevigada. Tamaño 56 μ de ancho por 67 de largo.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: *Fusiformisporites* aparece probablemente en el Paleoceno Medio y persiste hasta el Reciente (Elsik) 1976. En el Cretácico Tardío a Eoceno de British Columbia, Canadá (*In: Jansonuis et al., 1976*).

Amerosporae

Hypoxylonites Elsik, 1990^a. (Lámina 2. Figs. 20, 21, 22 y 23)

Fungospora oval a elongada, unicelular, aseptada con pared laevigada de color café rojizo oscuro. Este grupo de amenosporas están caracterizadas por una abertura paralela con el eje más largo de la espora que puede ser de longitud variada (desde muy pequeña hasta muy larga). Las partes más agudas de estas esporas presentan un engrosamiento en la pared.

Afinidad: Con el género *Hypoxylon*.

Sección (es): Flamenco, Puente, Techcale Blanco, Zacapala.

Registro geológico: Tipo *Hypoxylon* con abertura elongada aparece primero en el Paleoceno Tardío-Eoceno (Elsik, 1977). Son comunes del Eoceno Tardío al Oligoceno. *Hypoxylonites* se desarrollo muy bien durante el Eoceno Medio y se ha reportado durante el resto del Cenozoico e incluso es conocido hasta el Reciente (Elsik) 1981. Según otros autores, los primeros ejemplares con morfología distintiva de *Hypoxylonites*, se encontraron en estratos del Eoceno Medio (Sheffy y Dilcher, 1971); (Elsik y Dilcher, 1974) y (Pirozynski, 1974). Se reportan para el Oligoceno Temprano (Sahni, Sitholey y Puri, 1948). En el Mioceno (Neuy-Stolz, 1958), Mioceno Medio (Szafer, 1961), Mioceno Tardío a Pleistoceno Temprano (San, 1968), Mioceno Tardío-Pleistoceno (Elsik, 1969), Plioceno Tardío (Alteherger, 1959), Pleistoceno más Tardío (Wolf 1968, 1970); (Van Geel 1972, 1976) y (Vishnu-Mittre, 1975). *Hypoxylonites* es codominante en el Neógeno de Louisiana, Texas (Elsik, 1969).

Se encontró la siguiente variación:

Hypoxylonites megaexinus Elsik, 1990^a. (Lámina 2. Fig. 20)

Fungospora oval a elongada, unicelular, aseptada con pared laevigada de color café rojizo oscuro, presenta una abertura paralela con el eje más largo de la espora. Además, la pared de los lados más agudos de la funguspora, se observa más gruesa. Tamaño 27.2 μ de largo por 12.8 μ de ancho.

Sección (es): Flamenco.

Hypoxylonites oblongus Elsik n. sp. (Lámina 2. Fig. 21)

Fungospora oval a elongada, unicelular, aseptada con pared laevigada de color café rojizo oscuro, presenta una abertura paralela con el eje más largo de la espora. La pared tiene grosor homogéneo de aproximadamente una micra.

Tamaño 20 μ de largo por 16 μ de ancho.

Sección (es): Techcale Blanco.

Hypoxylonites sp. 1.

Fungospora oval a elongada, unicelular, aseptada con pared laevigada de color café rojizo oscuro, presenta una abertura paralela con el eje más largo de la espora. Pared menor o igual a 1 μ de grosor. Tamaño 20-27.2 x 11.2-20 μ .

Sección (es): Flamenco y Puente.

Hypoxylonites sp. 2.

Fungospora oval a elongada, unicelular, aseptada con pared laevigada de color café rojizo oscuro, presenta una abertura paralela con el eje más largo de la espora. Se observa una abertura longitudinal, 16 μ de longitud, presencia de engrosamiento en la zona de la abertura. Tamaño 12.8 por 8.8 μ . Pared gruesa de 1.6 μ de grosor.

Sección (es): Flamenco.

Hypoxylonites sp. 3. (Lámina 2. Fig. 22.)

Fungospora oval a elongada, unicelular, aseptada con pared laevigada de color café rojizo oscuro, presenta una abertura paralela con el eje más largo de la

espora. En el lado de la abertura se observan seis perforaciones circulares de aproximadamente una micra de diámetro, dichas punteaduras, se encuentran distribuidas paralelamente con la abertura y la distribución es ordenada, se ve geométrica. Se observa una abertura longitudinal de 23.2 μ , presencia de engrosamiento en la zona de la abertura. Pared 1.6 μ de grosor. Tamaño 24.8 por 13.6 μ .

Sección (es): Flamenco.

Hypoxylonites sp. 4.

Fungospora oval a elongada, unicelular, aseptada con pared laevigada de color café rojizo oscuro, presenta una abertura paralela con el eje más largo de la espora. La funguspora parece tener un canal en su parte más alargada. Pared gruesa de 1.6 μ de grosor. Tamaño 20 por 15.2 μ .

Sección (es): Flamenco.

Amerosporae

Inaperturites van der Hammen *ex* Rouse 1959.

I. aff. rotundus Ke et Shi 1978. (Lámina 2. Fig. 24)

Espora unicelular, forma esférica, sin aberturas, ornamentación laevigada. Pared muy oscura de 6 μ de grosor. 55 μ de diámetro.

Afinidad: Según Jansonius *et al* (1976); podría ser sinónimo de *Populus*.

Sección (es): Todas estas fungusporas se encontraron en Techcale Blanco.

Registro geológico: *I. rotundus* se ha reportado para el Eoceno-Oligoceno de la provincia Shandong, Bohai, China (Lijin y Kenli, *In*: Kalgutkar y Jansonius, 2000). El género está reportado para el Maestrichtiano al Terciario inferior de Colombia.

Inaperturites sp. 1.

Espora unicelular forma esférica, sin aberturas, ornamentación microrreticulada, retículo sumamente pequeño. Pared café oscura a negra de 1 μ de grosor. Tamaño 12 μ de diámetro.

Sección (es): Techcale Blanco.

Inaperturites sp. 2.

Espora unicelular forma esférica, sin aberturas, ornamentación escabrada, se observan espinas muy pequeñas. Pared muy oscura de aproximadamente 1 μ de grosor. Tamaño 25 a 30 μ de diámetro.

Sección (es): Techcale Blanco.

Inaperturites sp. 3.

Fungospora elongada, unicelular, sin aberturas. Pared con ornamentación microequinada, inferior a 1 μ . Se observa patrón reticulado. Tamaño 20 x 10 μ .

Afinidad: Con el género actual *Puccinia*.

Sección (es): Techcale Blanco.

Amerosporae

Monoporisporites van der Hammen 1954, emend. Sheffy et Dilcher 1971.

Fungospora ovalada a lanceolada, una sola célula con un poro de 1.6 μ de diámetro ubicado en uno de los ápices de la funguspora. Pared lisa o laevigada color café, inferior a una micra de grosor. Tamaño de 6 μ de ancho por 12 μ de largo.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: Género reportado desde el Maestrichtiano.

Phragmosporae

Multicellites Kalgutkar 1997. (Lámina 2. Figs. 25, 26, 27, 28 y 29)

Multicellites aff. *lanceolatus* Ke et Shi 1978. (Lámina 2. Fig. 29)

Multicelado (9 células), 8 septos, uniserial, células sin aberturas acomodadas linealmente de la más grande a la más pequeña (o viceversa) de manera que dicho acomodo parece una lanza. La célula más grande mide 11 μ de ancho, el grosor disminuye paulatinamente (7 μ) y la célula del extremo contrario mide 2 μ de ancho. La longitud total de la funguspora es de 41 μ . Pared microverrugada color café menor de 1 μ de grosor.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: *Multicellites lanceolatus* para el Oligoceno Temprano de la Formación geológica Shahojie, Panshan, provincia de Liaoling, China.

Multicellites sp.1.

Fungospora elíptica, multicelada, uniserial, sin aberturas, microverrugada, 4 células, las células terminales están redondeadas, las de en medio son más poligonales. Pared delgada inferior a 1 μ . Tamaño 8 μ de ancho por 20 de largo.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: Género reportado para el Oligoceno Temprano de China.

Multicellites sp 2.

Fungospora ovalada, 4 células, 3 septos engrosados, pared laevigada color amarillo a café. Tamaño 7 μ de ancho por 16 de largo.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: Género reportado para el Oligoceno Temprano de China.

Phragmosporae

Papulusporonites Schmiedeknecht et Schwab 1964. (Lámina 3. Fig. 33)

Fragmento fungal de forma globular a elongada, consiste en numerosas células sin un orden regular, aunque pueden estar arregladas concéntricamente. Paredes fusionadas de más de 1 μ de grosor. Tamaño aproximado 80 μ de diámetro.

Afinidad: Similar al Reciente *Papulospora*.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: Común a través del Terciario, reportado para el Eoceno Medio de Alemania

Phragmosporae

Pluricellaesporites van der Hammen 1954 emend. Elsik y Jansonius 1974.

(Lámina 3. Fig.31)

Espora compuesta por 3 células alineadas sobre un sólo eje de simetría, presencia de dos septos. Una de las células del extremo posee un poro apical. Fungospora psilada, color café. Tamaño 18 μ de largo por 9 de ancho.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Flamenco y Techcale Blanco.

Registro geológico: Género reportado desde el Maestrichtiano, recuperado en Colombia.

Spegazzinites Felix 1894.

Estructura similar a una roseta. Cuatro células sin aberturas, unidas. Pared color ámbar-café, el grosor de la misma es menor a una micra. Mide aproximadamente 19 μ de diámetro.

Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: Género reportado para el Terciario de Alemania.

Dyctyosporae

Staphlosporites Sheffy et Dilcher 1971. (Lámina 3. Fig. 30)

Fungospora, forma de botella., 6 células sin aberturas. Pared laevigada de aproximadamente 1 μ de grosor. Color café. Mide 60 μ de largo por 17 en la parte más ancha de la funguspora.

Afinidad: Posiblemente col el género actual *Alternaria* (Por el parecido morfológico).

Sección (es): Cerro Pelón y Flamenco.

Registro geológico: Género reportado para el Eoceno Medio de Tennessee, EUA.

Cuenta con representantes actuales.

4.2.4 **ESPORAS**

En la palinología otro aspecto importante para el fechamiento de los sedimentos, es el estudio de las esporas, que en amplio sentido, son producidas en ciclos de vida de las criptógamas, así también se le llega a llamar a las células reproductoras de algas, bacterias y hongos. Para este trabajo se limitará el término “espora” únicamente a las esporas de briofitas y de pteridofitas.

Los grupos de esporas han incrementado y diversificado de una manera importante a partir del Paleozoico Medio (Silúrico Temprano). Aunque es muy difícil reconocer las afinidades botánicas de las esporas del Paleozoico, en palinofloras más recientes (Cenozoico y menor grado Mesozoico), se han podido realizar inferencias taxonómicas (Playford y Dettmann, 1996). Mientras la información botánica de las esporas puede ser limitada, las esporas de los fósiles (en asociación con el polen), han constituido una herramienta excepcional como indicadores estratigráficos.

Muchos géneros actuales de briofitas y pteridofitas son caracterizados por sus esporas. Dichos organismos requieren de mucha humedad y se distinguen de los gametófitos de las plantas. En general, las esporas proporcionan un bio-registro continuo de briofitas y pteridofitas desde el Ordovícico Tardío o Silúrico al presente y han sido importantes en la resolución de problemas geológicos y biológicos.

Para las esporas encontradas en los estratos de este estudio se procuró proporcionar la siguiente información:

Tipo de abertura, ornamentación, grosor de pared, tamaño de la espora, asociación, polaridad y simetría.

DESCRIPCIONES TAXONÓMICAS DE ESPORAS

Esporas trilete (Reinsch, 1881) Potonié et Kremp 1954

Familia Lycopodiaceae

Lycopodiumsporites Thiergart 1938 ex Delcourt et Sprumont 1955. (Lámina 4. Fig. 41)

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. De 24 μ de diámetro. Mónade, heteropolar, radial.

Afinidad: Con el género actual *Lycopodium*.

Sección (es): Flamenco.

Registro geológico: Las esporas fósiles de esta familia aparecen primero en el Carbonífero Temprano y se encuentran hasta nuestros días. Las Lycopodiaceae se han reportado 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). Reportado también en las Formaciones litológicas 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 y Rzedowski, 1993).

Familia Gleicheniaceae

Deltoidospora Miner 1935 emend. Potonié 1956. (Lámina 4. Figs. 38 y 39)

Espora trilete psilada. Exina de 0.8 μ de grosor. Abertura con margo delgado, no llega al ecuador. Forma triangular con lados convexos. Diámetro de 32 μ . Mónade, heteropolar, radial.

Afinidad: Miner (1935) propone el género *Deltoidospora* para agrupar esporas deltoides y subdeltoides relacionadas con helechos como *Cladophlebis*, *Lacopteris* y *Gleichenites*. 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.

Sección (es): Flamenco y Zaragoza.

Registro geológico: Género encontrado en el Cretácico de EUA es similar a *Cyathidites* Couper 1953, pero en esta última, los lados de las esporas son rectos o casi rectos. *Deltoidospora* se encuentra presente en la Formación Olmos del Maestrichtiano de México, en el Eoceno Temprano Medio a Eoceno Medio de San Diego California, EUA y en el Eoceno-Oligoceno en las formaciones geológicas Delmar, Ardath Shale y Mission Valley.

Familia Selaginellaceae

Echinatisporis Krutzsch 1959. (Lámina 4. Fig. 40)

Echinatisporis sp. 1

Espora trilete equinada. Forma circular en vista polar. La abertura se prolonga casi hasta el ecuador, margo psilado engrosado (3 μ). Espinas sólidas de 4 μ de longitud por 4 μ de base. Perisporio de 1 μ de grosor más la longitud de las espinas. 45.5 μ de diámetro. Mónade, heteropolar, radial.

Echinatisporis sp. 2

Espora trilete equinada. Forma circular (vista proximal). La abertura se prolonga casi hasta el ecuador, margo psilado muy delgado. Espinas sólidas de 3 μ de base y 3 μ de largo. Distancia entre espinas, aproximadamente 8 μ . Exina de 4 μ de grosor. Tamaño 45 μ de diámetro. Mónade, heteropolar, radial.

Echinatisporis sp. 3

Espora trilete equinada. Se observa patrón reticulado. Forma circular (vista proximal). La abertura se prolonga casi hasta el ecuador, margo psilado muy delgado. Espinas sólidas de 4 μ de largo. Las espinas se encuentran muy juntas. De 49 a 57 μ de diámetro. Mónade, heteropolar, radial.

Afinidad: Con la familia Selaginellaceae, con el género *Selaginella*.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: En Europa se ha registrado *Echinatisporis* durante el Terciario (Kruttsch, 1967), para el Eoceno y Oligoceno (Zhang *et. al.*, 1990). Se ha reportado en diferentes estados de la república Mexicana; para el Cretácico Superior de Coahuila (Martínez-Hernández *et al.*, 1980); y para el Mioceno Temprano de Pichucalco, Chiapas (Palacios y Rzedowski, 1993).

Dichas esporas fósiles se han reconocido en el Carbonífero de Alemania, Bélgica, Inglaterra y Francia, en el Triásico de Groenlandia y en el Cretácico de Inglaterra. En resumen, *Selaginella* se ha encontrado desde el Carbonífero hasta el presente (Zhang *et. al.*, 1990).

Esporas Monolete Ibrahim 1933

Familia Polypodiaceae

Echinosporis Krutzsch 1969.

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.

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 qué familia o género realmente pertenece una espora, se habla de forma género.

Sección (es): Puente.

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

Laevigatosporites Ibrahim 1933 emend Shopf, Wilson et Bentall, 1944. (Lámina 4. Fig. 45)

Laevigatosporites haardtii (R. Potonié y Venitz 1934) Thomson y Pflug, 1953.

Espora monolete psilada. Reniforme. Abertura localizada en el lado cóncavo de la espora, mide 16 μ de longitud, se extiende como a tres cuartos de longitud total del espécimen. Margo engrosado. Exina de 1 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 30 a 40 μ , eje ecuatorial menor 20 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: Siendo la morfología del género de estas esporas 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 y Vittariaceae (Frederiksen, 1983).

Sección (es): Flamenco y Techcale Blanco.

Registro geológico: Las 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 monoete psiladas del Terciario (incluyendo las del Cretácico), pueden pertenecer al género *Laevigatosporites* (Ibr. R. Potonié, 1956) considera que dicho género sólo incluye esporas monoete psiladas del Paleozoico, mientras que en estratos más tardíos esas esporas son conocidas como *Polypodiaceasporites* (Thiergart, 1938). *Laevigatosporites* es utilizado para esporas monoete psiladas desde el Paleozoico al Cenozoico (Zhang, 1990). Reportada para la Formación Saramaguacán, Eoceno Medio de Cuba (Graham *et al.*, 2000).

La especie *Laevigatosporites haardtii* está ampliamente distribuida en estratos Mesozoicos y Cenozoicos.

Polypodiisporites Khlonova 1961.

Espora monoete areolada. Forma elíptica en vista polar. Reticulo negativo dado por verrugas poligonales de 1 a 2 μ de ancho en promedio. Exina 2 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor 40 μ , eje ecuatorial menor 20 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

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

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: El género es reportado por (R. Potonié, 1931, 1934) para el Mioceno (*In*: Zhang, 1990).

Polypodiites Ross 1949. (Lámina 4. Fig. 43)

Espora monoete areolada. Reticulo negativo dado por verrugas circulares de 0.8 a 2 μ de diámetro, las verrugas se encuentran muy juntas entre sí. Exina de 1.6 μ de grosor. Eje ecuatorial mayor de 35.2 μ , eje ecuatorial menor de 23.2 μ . Forma elíptica en vista polar. Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: Con la familia Polypodiaceae.

Sección (es): Flamenco.

Registro geológico: En China, las esporas monoletes 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 geológicas de dicho país donde la familia pertenece a depósitos Cuaternarios (Zhang, 1990). *Polypodioidites* 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.

4.2.5 POLEN

Se trata de las microsporas de las plantas con semilla, es decir, angiospermas y gimnospermas. Biológicamente, un grano de polen maduro, representa el gametofito masculino. Con el fin de presentar de una manera más sistemática los granos de polen, cuando no se pudo encontrar su afinidad botánica, se usó 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*.

En granos de polen la descripción morfológica contiene los siguientes datos:

Tipo y número de aberturas, grosor de exina, tipo de tectum (tectado, subtectado o intectado), ornamentación (psilado, reticulado, estriado, etcétera). Tamaño de grano de polen y forma; asociación, polaridad y simetría.

G i m n o s p e r m a s

Familia Ephedraceae

Ephedripites Bolkhovitina 1953 ex Potonié 1958 emend. Krutzsch 1961.
(Lámina 4. Fig. 46)

Ephedripites aff. *ovalis*

Poliplicado, suturas en zig-zag, miden más o menos 1 μ ; la distancia con la que se encuentran separadas las suturas es de aproximadamente 1.6 μ . Exina de 0.8 a 1.6 μ de grosor. Tectado, psilado. El eje polar 48 μ mientras, el eje ecuatorial 22 μ . Forma perprolato. De 10 a 12 costillas. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Con el género *Ephedra*.

Sección (es): Cerro Pelón, Puente, Techcale Blanco y Zaragoza.

Registro geológico: El género se ha registrado desde el Jurásico hasta el Reciente. En el Cretácico Tardío de Pakistán (Asrar, 1991). En la Formación Bashi (Alabama), edad Eoceno Temprano. En 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 (Martínez y Ramírez 1996, 1999). Las efédras son abundantes en Oligoceno de la península de Baja California (*In*: Martínez y Ramírez, 1996). El género *Ephedripites* se encuentra registrado para el Mioceno de Chiapas (Palacios y Rzedowski, 1993).

Familia Pinaceae***Piceaepollenites*** Potonié 1931. (Lámina 4. Fig. 47)

Monosulcado. Presenta dos sacos aéreos hemicirculares. Cuerpo generalmente grande con respecto al tamaño de los sacos. No presenta constricción entre el cuerpo central y cada uno de los sacos aéreos. La ornamentación del cuerpo central y la de los sacos aéreos es microrreticulada. Mónade, heteropolar, bilateral.

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

Sección (es): Zacapala y Zaragoza.

Registro geológico: En el Albiano Medio (Cretácico Temprano) es muy rara Singh (1964). De acuerdo con Emberger 1968, aunque la mayoría de los restos fósiles que se atribuyen al género *Picea*, son reconocidos después del Cretácico Superior. *Picea* está reportada para el Paleoceno de la Formación Fort Union en el sur de Dakota, EUA; (Stanley, 1965). En Europa y Asia oriental se conocen en el Oligoceno y en el Plioceno de Alemania del Sur.

Pinuspollenites Raatz ex R. Potonié 1958. (Lámina 5. Fig. 49)

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. Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: Con el género *Pinus*.

Sección (es): Flamenco, Puente, Techcale Blanco, Tronco, Zacapala y Zaragoza.

Registro geológico: 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 (Stanley, 1965). 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 reporta para el Eoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla (Martínez y Ramírez, 1996, 1999). Biaggi en 1978 lo obtiene para el oligo-mioceno de Chiapas, mientras que Palacios y Rzedowski 1993, lo determinan en 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 Podocarpaceae

Podocarpites Cookson ex Couper 1953. (Lámina 4. Fig. 48)

Monosulcado. Disacado cuerpo central más o menos circular. Con un engrosamiento de los sacos aéreos. Cuerpo elíptico. Mide 29 por 42 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: Los granos de polen parecidos a *Podocarpus*, pueden representar a los géneros *Podocarpus* o *Dacrydium* o algún miembro extinto de las Podocarpaceae.

Sección (es): Zaragoza.

Registro geológico: *Podocarpus* se reporta desde el Cenomaniano. Se ha reportado en las floras de San Sebastián, Paraje Sólo, Gatun y La Quinta y posiblemente existe en otras floras Oligo-Miocénicas en Chiapas, México (Tomasini-Ortiz y Martínez-Hernández, 1984). También se conoce en sedimentos Neógenos de Bogotá, Colombia (Wijninga, 1996 *In*: Graham *et al* 2001).

Familia Taxodiaceae

Taxodiaceapollenites Potonié 1958. (Lámina 5. Fig. 51)

aff. *Taxodiaceapollenites hiatus* (Potonié) Kremp 1959.

Sin aberturas. Exina 1 μ de grosor. Tectado microverrugado, verrugas circulares menores de 0.8 μ . Diámetro 30 a 37 μ . Forma esferoidal. Mónade, apolar, radial.

Afinidad: Posiblemente con alguno de los géneros *Taxodium*, *Cupressus*, *Juniperus*.

Sección (es): Cerro Pelón, Flamenco, Puente y Techcale Blanco.

Registro geológico: 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).

Angiospermas

Dicotiledóneas

Familia Asteraceae

Compositoipollenites R. Potonié 1960. (Lámina 5. Figs. 52 y 53)

Compositoipollenites sp. 1.

Tricolporado no es posible observar detalladamente las aberturas. Exina aproximadamente 1 μ de grosor. Tectado, equinado. Espinas sólidas de 2.4 por 2.4 μ de base. Eje polar 18.4 μ , eje ecuatorial 14.4 μ . Forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Con la familia Asteraceae.

Sección (es): Cerro Pelón, Flamenco y Puente.

Compositoipollenites sp. 2.

Tricolporado. Endoaberturas ecuatoriales lalongadas, no se distinguen fácilmente. Ectoaberturas con engrosamiento de 1 a 1.6 μ de grosor. Exina aproximadamente 1 μ de grosor. Tectado equinado. Espinas sólidas de +/- 1 μ de altura distribuidas homogéneamente sobre la pared. Eje polar 20.8 μ , eje ecuatorial 17.6 μ , forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Con la familia Asteraceae.

Sección (es): Puente.

Registro geológico: Respecto al género fósil de las asteráceas existe mucha controversia en cuanto a su aparición. Sin embargo, del Oligoceno Tardío al Mioceno Tardío ya son muy abundantes sus reportes.

(Rotman, 1973) indica la presencia de polen de *Artemisia* en el Paleoceno del sur de Rusia (*In*: Muller, 1981) y (Gruas-Cavagneto, 1978), encuentra granos "cf. Compositae (*Artemisia*)" para el Eoceno Temprano y Medio de Francia aunque de éstos trabajos, existe la duda por que en dichos granos no se pudieron observar las espinas que caracterizan al género.

Por otro lado, existen registros del Paleoceno Tardío-Eoceno Tardío en el grupo Messel de Alemania (Thomson et Pflug 1953; Krutzsch 1957, 1961; Pflug 1957; Kedves 1970a; *In*: Thiele-Pfeiffer, 1989), en este trabajo se pueden observar las fotografías de los granos de polen que evidentemente son de asteráceas.

Para América del Norte Frederiksen, 1989 reporta tricolpados a tricolporados, en las Formaciones Gaviota (Eoceno Tardío) y Saccata (Eoceno Medio Tardío-Eoceno Tardío Temprano) ambas en Santa Bárbara California, EUA., al observar las fotografías de ese artículo se pueden reconocer granos tricolporados y equinados característicos de las asteráceas.

Graham en 1994, cuestiona la presencia de las asteráceas en centro y sur América en el Eoceno Tardío. Sin embargo en México (Cross y Martínez, 1980) reconocen que las Formaciones paleocénicas de Baja California contienen granos de polen pertenecientes a las compuestas. En el estado de Puebla las compuestas están reconocidas para la cuenca Tepexi-Coatzingo en los municipios de Tepexi de Rodríguez (Martínez y Ramírez, 1999) y en Zacapala y Coatzingo (Carranza, 2001).

Aunado a dichos reportes, existen algunos del oligo-mioceno del grupo Simojovel, Chiapas; México (Langenheim *et al.*, 1967); para la Formación Méndez (Mioceno Temprano-Medio) (Palacios y Rzedowski, 1993) y para la Formación Ixtapa del Mioceno Medio-Tardío (Martínez-Hernández 1992 *In*: Graham 1996).

Graham en 1996 continúa afirmando que en América Latina, las compuestas más antiguas se encuentran en las Formaciones Culebra y Cucaracha (Panamá) y Uscari (Costa Rica) las tres de edad Mioceno Temprano.

Los registros más antiguos de las compuestas siguen siendo polémicos, pero debemos reconocer objetivamente las evidencias fósiles.

Familia Aquifoliaceae

Illexpollenites Thiergart 1937 ex R. Potonié 1960. (Lámina 5. Fig. 54)

Tricolpado. Exina 1.2 a 3 μ de grosor. Intectado, baculado, patrón reticulado. Margos presentes. Eje polar 30 μ , eje ecuatorial 14 μ ; forma prolato tiende a perprolato. Mónade, isopolar, radial.

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

Sección (es): Cerro Pelón y Puente.

Registro geológico: De acuerdo con Muller (1981), la primera aparición del polen de *Illex* es durante el Turoniano (Cretácico Tardío Temprano) 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 *Illex* 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 Betulaceae

Alnipollenites (Potonié 1931) ex Potonié 1960.

Alnipollenites metaplasmus (Potonié) Potonié, 1960. (Lámina 5. Fig. 55)

Estephanoporado (4 poros). Poros de 4 μ de diámetro. Aberturas engrosadas. En vista polar se observan los vestíbulos y el grano se ve poligonal. Separación aproximada entre los poros 16 μ . Los poros se interconectan por pliegues de exina arqueados (arcus). Exina de 1 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje ecuatorial 28.8 μ . Forma oblato. Mónade, isopolar, radial.

Alnipollenites verus Potonié 1931 ex. Potonié, 1960. (Lámina 5. Fig. 56)

Estephanoporado (5 poros). Poros circulares de 1.6 a 2 μ de diámetro. Aberturas

engrosadas +/- 2.4 μ . En vista polar se observan los vestibulos y el grano se ve poligonal. Separación aproximada entre los poros 16 μ . Los poros se interconectan por pliegues de exina arqueados (arcus). Exina 1 μ de grosor. Tectado, psilado. Exina 1 μ de grosor. Eje ecuatorial 20 a 28 μ . Forma oblato.

Afinidad: Con el género actual *Alnus*.

Sección (es): Cerro Pelón, Flamenco, Puente, Techcale Blanco, Tronco y Zaragoza.

Registro geológico: *Alnus* se ha reportado para el Eoceno Medio a Tardío (~ 40-37 m. a.) provincia de Jackson de la costa del Golfo EUA, Mioceno de Alemania.

Alnipollenites es sinónimo de *Polyvestibulopollenites*.

Familia Burseraceae

***Bursera* sp.** (Lámina 5. Fig. 57)

Tricolporado, endoaberturas en forma de poros anulados de 1.6 μ de grosor.

Subtectado. Estriado a microrreticulado. Eje polar 24.8 μ , eje ecuatorial 15.2 μ .

Forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Con el género actual *Bursera*.

Sección (es): Cerro Pelón, Flamenco, Puente, Techcale Blanco, Tronco y Zaragoza. Puente.

Registro geológico: En el registro fósil se encuentran frutos en el Paleógeno 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 sea de origen burseroide (Cronquist, 1981). Los reportes polínicos de la familia Burseraceae en general son dudosos y escasos; (Gruas-Cavagnetto, 1978), comparó con *Bursera* al tipo polínico *Brosipollis striatobrosus* encontrado en estratos del Eoceno de Francia. Un tipo similar lo describió Elsik en 1974 para el Eoceno Medio de Texas. En México la familia está reportada para el Eoceno de la región de Tepexi de Rodríguez (Martínez y Ramírez 1996, 1999). Graham reporta el género para el Oligoceno de Puerto Rico en 1969.

Familia Convolvulaceae

Perfotricolpites González 1967. (Lámina 5. Fig. 62)

Tricolpado. Las aberturas casi se extienden hasta los polos. Exina de 3.5 μ de grosor, es posible distinguir sexina y nexina. Tectado. Microrreticulado a fosulado, lúminas muy pequeñas. Son muy evidentes las columelas. Área polar pequeña de aproximadamente 4 μ . Eje ecuatorial 40 μ . Forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Con la actual familia Convolvulaceae con la especie actual *Operculina codonatha*.

Sección (es): Techcale Blanco.

Registro geológico: El género fósil *Perfotricolpites* se ha descrito desde el Eoceno Tardío y en sedimentos más jóvenes de América de Sur (Pares Regali *et al.*, 1974), para el Eoceno Medio de Brasil (Legoux, 1978), para el Eoceno Medio de Nigeria. Eoceno Temprano a Tardío del área Tibú, Colombia. Es abundante en el Oligoceno de Nigeria (Legoux, 1978), *Psilatricolpites convolvuloides*, descrito por (Roche y Schuler, 1976) para el Oligoceno de Bélgica, puede ser incluido en este tipo.

Familia Chenopodiaceae-Amaranthaceae

Chenopodipollis Krutzsch 1966. (Lámina 5. Fig. 58)

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.

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

Sección (es): Flamenco, Puente, Techcale Blanco y Zaragoza.

Registro geológico: 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 la región Tepexi de Rodríguez y para el Oligoceno de la península de Baja California, son abundantes en dichos conjuntos polínicos

(Martínez y Ramírez, 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 y Rzedowski, 1993). Familia encontrada en sedimentos del Mioceno Temprano de Panamá.

Familia Chlorantaceae

Clavatipollenites Couper 1958 emend. Kemp 1968. (Lámina 5. Fig. 59)

Monosulcado. Exina de 0.8 a 1.6 μ de grosor. Presencia de margo. Subtectado, reticulado a frustillado. Eje ecuatorial mayor de 25-50 μ , eje ecuatorial menor 20 a 30 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: Con el género *Ascarina*.

Sección (es): Flamenco, Techcale Blanco y Zaragoza.

Registro geológico: El polen que es determinado como representante de Chlorantaceae se presenta desde el Maestrichtiano y en depósitos más recientes (Cronquist, 1981). En rocas Albianas de Inglaterra (Jarzen y Nichols, 1996). 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 y Ramírez, 1996). *Ascarina* existe actualmente sólo en Nueva Zelanda (Muller, 1981).

aff. ***Hedyosmum*** Sw. (Lámina 6. Fig. 60)

Tricotomosulcado. Exina de 0.8 μ de grosor. Tectado psilado a microverrugado. Triangular con lados convexos. Eje ecuatorial 30 μ . Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: Con el género *Hedyosmum*.

Sección (es): Zacapala.

Registro geológico: El género *Hedyosmum* se ha recuperado en el Mioceno Tardío de México (Graham, 1976), por (Wymstra, 1971) en Guyana y por (Van der Hammen *et al.*, 1973) en Colombia.

Familia Fagaceae

Quercoidites Potonié, Thompson et Thiergart 1950 ex Potonié 1960. (Lámina 5. Fig. 61 y Lámina 6 Fig. 63)

Quercoidites sp. 1.

Tricolpado. Aberturas 18 μ de longitud. Exina 1 μ de grosor. Tectado, microverrugado. Verrugas menores a 1 μ . Eje polar 19.5 μ , eje ecuatorial 15.2 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Quercoidites sp. 2.

Tricolpado. Aberturas 26 μ de longitud. Exina 1 μ de grosor. Tectado, microverrugado. Verrugas menores a 1 μ . Eje polar de 28.8 μ , eje ecuatorial de 18.4 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Con *Quercus*.

Sección (es): Cerro Pelón, Puente, Techcale Blanco y Zacapala.

Registro geológico: 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*, 1976). Para el Eoceno de Tepexi de Rodríguez (Martínez y Ramírez, 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 en 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. Cronquist en 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 oligomioceno de Chiapas (Biaggi, 1978). En el Mioceno del Golfo de México (Martínez-Hernández *et al.*, 1980) indican que *Quercus* alcanza frecuencias máximas. En el Mio-Plioceno, los registros comienzan a ser más numerosos (Muller, 1981). Toledo en 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.

Familia Gunneraceae

Gunnerites Cookson et Pike 1954. (Lámina 6. Fig. 63)

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). Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Con el género *Gunnera*.

Sección (es): Puente y Techcale Blanco.

Registro geológico: 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 la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla.

Familia Hamamelidaceae

Liquidambarpollenites Raatz 1937 ex Potonié 1960. (Lámina 6. Fig. 64)

Liquidambarpollenites stigmatosus (Potonié) Raatz, 1938.

Estefanoporado. Poros redondeados a ovalados de 3.2 μ de diámetro. Exina microreticulada a foveolada, de 1 μ de grosor. Eje ecuatorial 36 μ . Forma circular. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Se puede comparar con el género actual *Liquidambar* o *Altingia* de las hamamelidáceas, no obstante (Krutzsch, 1966) y (Traverse, 1955), han puntualizado que es difícil separar dichos géneros.

Sección (es): Cerro Pelón.

Registro geológico: Reportado para el Paleoceno del sur de Europa que quizá sean los restos más antiguos (Muller, 1981). En las Rocallosas (Paleoceno Tardío), Leopold en 1972, reporta *Liquidambar*. Los registros eocénicos son muy amplios;

Japón (Takahashi, 1964), en Europa (Gruas-Cavagnetto, 1978); (Krutzsch, 1970), Mioceno de Alemania. Se sabe que *Liquidambar* es nativo de la región Mediterránea, Asia y Norte América.

Familia Juglandaceae

Caryapollenites Raatz (1937) 1938 ex R. Potonié 1960 emend. Krutzsch 1961^a.

Caryapollenites aff. *polarannulus* M. R. Sun 1989. (Lámina 6. Fig. 65)

El espécimen encontrado en la sección Flamenco es muy similar a dicho taxa, presenta un adelgazamiento más o menos circular en uno de los polos. Mide de 24 a 28 μ de eje ecuatorial. Mónade, isopolar, radial.

Sección (es): Flamenco.

Caryapollenites aff. *simplex* (Potonié 1931) Raatz 1937. (Lámina 6. Figs. 68 y 69)

Triporado. Poros anulados subecuatoriales de aproximadamente 2 a 3 μ de diámetro. En vista polar triangular con lados convexos. Exina de 0.8 μ de grosor. Tectado psilado. En uno de los polos se observa un pliegue en forma de triángulo. Puede medir de 32 a 52 μ de eje ecuatorial. Mónade, isopolar, radial.

Sección (es): Flamenco y Techcale Blanco.

Afinidad: *Caryapollenites* incluye granos similares al género moderno *Carya*. Registro geológico: Su distribución temporal abarca del Cretácico Tardío al Eoceno Temprano al Pleistoceno. Frederiksen en 1980 reportó esos granos como infrecuentes a ocasionales en sus muestras del Eoceno Tardío. *Carya* de tipo moderno sugiere una edad Eoceno Temprano (McIntyre 1991, 1994); (Kalgutkar y McIntyre, 1991).

Grupo Momipites Wodehouse 1933, emend. Frederiksen et Christopher 1978. (Lámina 6. Figs. 66, 68, 69 y 70)

Triporado. Poros ecuatoriales, se distinguen atrios. Poros 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). Exina de 1 a 1.6 μ de grosor. La exina puede presentar modificaciones como adelgazamientos o engrosamientos en

algunos de sus polos, algunos pliegues. Tectado psilado a muy finamente ornamentado escabrado, microgranular o con micro papilas (características de las Juglandaceae). Grano esferoidal a triangular en vista polar. El tamaño varía en las diferentes especies de 15 a 40 μ de eje ecuatorial. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: La forma-género *Momipites*, fue aislada por (Crepet *et al.*, 1975, 1980). Es similar a los géneros actuales *Engelhardtia-Oreomunnea-Alfaroa*. El género comprende polen similar a dichos géneros y también comparte algunos caracteres con *Carya* (Nichols, 1973).

Cierto 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 *et al.*, 1978).

Registro geológico: La abundancia y variedad de *Engelhardtia* es una fuerte evidencia de la edad Eocénica de acuerdo con (Elsik y Dilcher, 1974).

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. 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 y Ramírez (1996, 1999) y, en el oligo-mioceno de Chiapas (Biaggi) 1978. (Fleming, Frederiksen y Christopher, 1978); (Frederiksen 1980 *In*: Frederiksen, 1983) reportan *Momipites* del Cretácico Tardío al Oligoceno.

Momipites coryloides Wodehouse 1933. (Lámina 6. Fig. 66)

Triporado. Poros circulares, colocados equidistantemente sobre el ecuador. Exina 1 μ de grosor. Tectado, psilado. De 18.4 μ de eje ecuatorial. Forma oblada. Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: La especie es similar a los géneros *Momisia* (género de las Ulmaceae) y *Corylus*.

Sección (es): Cerro Pelón, Flamenco, Techcale Blanco, Tronco, Zacapala y Zaragoza.

Registro geológico: *Momipites coryloides* se reporta para el Eoceno Medio de Green River, Colorado EUA (Nichols, 1973).

Momipites microcoryphaeus (Potonié) Thompson et Pflug 1953.

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 triangular (lados convexos). La distancia entre cada poro es de 18.4 μ . En vista polar, triangular con lados convexos. Eje ecuatorial 26.4 μ . Mónade, isopolar radial.

Sección (es): Flamenco.

Registro geológico: Reportado para el municipio de Tepexi de Rodríguez Martínez y Ramírez (1999) y en el municipio de Coatzingo (Carranza, 2001).

Momipites triradiatus Nichols 1973. (Lámina 6. Fig. 67)

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. Mónade, isopolar, radial.

Sección (es): Flamenco.

Registro geológico: Se reporta para la Formación Green River desde el Eoceno Medio (Luteniano Temprano a Bradgeriano) (Cushman, 2002). Y para el Paleoceno de Texas.

Grupo Normapolles

Basopollis Pflug 1953. (Lámina 6. Fig. 67) cf. *choanopollenites*.

Grano de polen triporado, presencia de vestíbulos. Poros ecuatoriales que poseen una estructura interna muy compleja, se distingue un engrosamiento en las

aberturas. Aberturas equidistantes situadas en los ápices del grano, en vista polar se observa triangular con lados cóncavos. Exina de 0.8μ de grosor. Tectado, psilado. Eje ecuatorial 30μ . Forma peroblato. Monade, isopolar, radial. Afinidad: La afinidad botánica de este grupo diverso no es muy clara, algunos autores creen que son juglandáceas (Friis, 1983) y otros que pueden ser el ancestro de las Amentiferae modernas (Batten, 1984).

Estudios de la flora fósil del Senoniano (Skarby, 1981) y (Friis, 1983), han demostrado que el polen de *Normapolles* fue producido por una dicotiledónea cercana al género actual *Rhoiptelea* (*Rhoiptelea* Diles y Hand., Rhoipteleaceae del suroeste de China y Vietman) que, produce polen muy similar a Normapolles. Muller en 1984, menciona que las plantas que producían polen de Normapolles, pertenecieron a un grupo a nivel de familia en el orden de las Juglandales.

El polen de Normapolles caracteriza a la familia palinofloral del este del norte de América y oeste de Eurasia. Algunos miembros del complejo Normapolles están cercanamente relacionados a familias pertenecientes a las hamamelides (Especialmente Juglandaceae, Rhoipteleaceae, Myricaceae y Betulaceae) (Sims *et al.*, 1999). Con respecto a *Choanopollenites* se ha estipulado su rango cronoestratigráfico del Campaniano Tardío al Eoceno Temprano de la costa del Golfo y del Atlántico de EUA.

Sección (es): Flamenco, Puente.

Registro geológico: Normapolles, sus representantes más antiguos corresponden al Cenomaniano Tardío, proliferan a través del Turoniano y a finales del Cretácico son muy abundantes y diversos y comienzan a declinar, eventualmente desaparecen durante el Paleógeno. Normapolles es muy significativo en el Cratácico Tardío y Cenozoico de la cuenca del Mississippi (Fairchild y Elsik, 1969).

Mientras que, el género *Basopollis* se ha reportado en Europa al este de Alemania (Kruttsch 1966 *In*: Frederiksen, 1995), para el Paleoceno-Eoceno Temprano de Alemania y en la Formación Saramaguacán de Cuba de edad Eocénica (Areces-Mallea, 1999 *In*: Graham, 2002), y en la cuenca Hampshire, Inglaterra (Fowler 1985 *In*: Frederiksen, 1995). *Basopollis*, pertenece al grupo Normapolles, la forma del polen se caracteriza en parte por la estructura tan compleja de las aberturas.

Platycaryapollenites Nagy 1969. (Lámina 6. Fig. 71)

Triporado, poros ecuatoriales, poros atriados de 1.6 a 2 μ de grosor. Exina de 1 a 1.6 μ de grosor. Se observa un adelgazamiento en la exina de uno de los polos. Eje ecuatorial de 28.8 a 32 μ . Tectado, psilado. Mónade, isopolar radial. En el género *Platycarya* son características las bandas cruzadas que distinguen a este género de *Momipites* (*Engelhardtia*).

Afinidad: Los granos de polen son similares a los del género moderno *Platycarya* aunque los fósiles difieren de los modernos particularmente con respecto a la naturaleza y número de pseudocolpos. (Frederiksen y Christofer, 1978). *Platycarya* hoy día es un género monotípico de las juglandáceas.

Sección (es): Flamenco y Puente.

Registro geológico: *Platycaryapollenites* (incluyendo *Platycarya* spp. de algunos autores) migró de Europa a Norte América a principio del Eoceno posiblemente muy al final de Paleoceno y muy rápidamente el espacio temporal de este taxón se amplió al límite Paleoceno-Eoceno en Norte América (Wing *et al.*, 1984; Frederiksen 1988). *Platycarya* se encuentra reportado para el Eoceno Temprano (Cronquist) 1981. Elsik en 1974 observa que *Platycarya* representa el nivel más superior del estrato basal del grupo Jackson en Texas, el género fósil en Norte América se limita a una edad que va de Eoceno Temprano a Medio. *Platycarya* está reportado para la parte más superior de la Formación Wilcox y es común en la Formación Claiborne.

Su registro más antiguo de acuerdo con Wolfe 1973, probablemente sea en el Eoceno más temprano y de acuerdo con dicho autor, *Platycarya* es indicador del Eoceno Temprano en el hemisferio norte. Frederiksen 1980 a menciona la posible existencia de éste género para el Eoceno de Mississippi; mientras (Leopold y Mcginitie 1972) citando a Tschudy 1973, dicen que el género *Platycarya* tiene su última aparición en la cuenca del Mississippi en la base del Grupo Jackson, poco antes del Eoceno Tardío (que señalan como un período muy frío). Fairchild y Elsik en 1969 notaron que *Platycarya* es común en la secciones del Grupo Clairborne; es un género típico del Terciario Temprano.

Plicatopollis Krutzsch 1962^a. (Lámina 6. Fig.75)

Plicatopollis plicatus (Potonié) Krutzsch.

Triporado. Poros redondeados dispuestos equidistantemente sobre el ecuador. Triangular con lados convexos en vista polar. En uno de los polos se observan pliegues o dobleces de exina que forman una "Y". Exina 1 μ de grosor. Tectado psilado. Eje ecuatorial 22.4 x 29.6 μ . Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Con la familia Juglandaceae.

Sección (es): Cerro Pelón.

Registro geológico: *Plicatopollis* se ha reportado para el Eoceno Medio de Alemania, Mioceno y muy raras veces para el Oligoceno. *Plicatopollis plicatus* se encuentra reportado para el Eoceno Medio del noroeste de Virginia EUA (Frederiksen, 1979). En general *Plicatopollis plicatus* indica una edad Eocénica (Thompson y Pflug 1953, Krutzsch 1959 y 1971) y se registra en el Eoceno Medio de la Formación Messel (Thiele-Pfeiffer, 1988). En México el género se reporta para el Eoceno Tardío de Nuevo León y Tamaulipas (Martínez *et al.*, 1980)

Familia Labiatae

Retistephanocolpites Leidenmeyer 1966. (Lámina 6. Figs. 73 y 74)

Retistephanocolpites sp. 1.

Pentacolpado. Exina de 0.8 μ de grosor. Subtectado. Microrreticulado, heterobrocado, intercalar. Láminas pequeñísimas inferiores a 0.5 μ . Área polar 19.2 μ . Eje ecuatorial 40 μ . Mónade, isopolar, radial.

Sección (es): Puente.

Retistephanocolpites sp. 2.

Estefanocolpado, 4 colpos. Exina 0.8 a 1 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado; se observan columelas, lúmenes de 0.8 μ de diámetro alargados en sentido del eje polar. Eje polar 36, eje ecuatorial 28 μ ; forma subprolato. Mónade, isopolar, radial.

Sección (es): Flamenco y Tronco.

Retistephanocolpites sp. 3.

Estefanocolporado (5 aberturas compuestas), endoaberturas circulares de +/- 4 μ de diámetro. Exina menor a 1 μ . Subtectado microrreticulado homobrocado,

lúminas menores a 0.8μ de luz. Área polar 16μ . Eje ecuatorial 32μ . Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Con la familia Lamiaceae.

Sección (es): Puente.

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

Familia Leguminosae

Acaciapollenites Mildenhall 1972. (Lámina 6. Fig. 77)

Poliada de 8 mónades de 25.6 a 28μ de tamaño. Mónades psiladas, no se distinguen aberturas.

Afinidad: Con el género actual *Acacia*.

Sección (es): Cerro Pelón.

Registro geológico: Comparable a las acacias Salard-Cheboldaeff, 1978 reporta la especie *Polyadopollenites vancampoi* para el Eoceno de Camerún. La especie *Acacia farnesiana* fue descrita por Graham y Jarzen 1969 para el Oligoceno de Puerto Rico. *Acacia myriosporites* y *A. octosporites* de acuerdo con (Cookson) 1954 y (Martín) 1978 se encontraron en Australia por primera vez en el límite Temprano a Medio Mioceno. Mildenhall publicó en 1972 un registro de polen de *Acaciapollenites miocenicus* Mildenhall y Pocknall del Mioceno al Pleistoceno Medio de Nueva Zelanda.

http://www.gns.cri.nz/what/earthhist/fossils/spore_pollen/spore8.htm

El género se registra en México en la cuenca Tepexi-Coatzingo (Martínez y Ramírez, 1999).

Dalea L. (Lámina 6. Figs. 72 y 76)

Tricolpado aberturas con margos de 3 μ de grosor. Subtectado. Fosulado Eje polar 48 μ . Eje ecuatorial 21.6 μ . Perprolato. Mónade, isopolar, radial. Aberturas de 44 μ de longitud.

Afinidad: Podría ser una leguminosa del género *Dalea*.

Sección (es): Cerro Pelón.

Registro geológico: No se ha reconocido el género.

Familia Myrtaceae

Myrtaceidites Cookson et Pike 1954 emend. Potonié 1960. (Lámina 6. Fig. 78)

Tricolporado. Syncolpado. Aberturas ecuatoriales, equidistantes, endoaberturas circulares. Es muy notorio el engrosamiento en las aberturas. Psilado, granular. Triangular con lados convexos a circular en vista polar. Exina delgada de 1 μ de grosor. Forma oblato. Eje ecuatorial 20.8 a 25 μ . Mónade, isopolar, radial.

Su principal sinónimo es *Syncolpites* (van der Hammen, 1954).

Afinidad: Es similar al género actual de *Eucalyptus* de la familia Myrtaceae, parecidos también al género *Eugenia* y *Myrcia*. Muller 1968, opina que los palinomorfos de este género podrían sin duda pertenecer a las Myrtaceae. (Frederiksen) 1983 notó que la especie *M. parvus* podría representar principalmente géneros como *Myrtus*, *Eugenia* y *Calyptranthes* o tal vez *Ardisia* en las Myrsinaceae.

Sección (es): Flamenco. En la muestra Pb-9231 (11.7x92.7) se encuentra el taxón *M annulatus* Song, que mide 17.6 μ de eje ecuatorial. Se observa en vista polar. También es posible la presencia de *M. verus* (Ke y Shi, 1978).

Registro geológico: El polen con afinidades de Myrtaceae (*Myrtaceidites parvus*) ha sido reportada del Eoceno Medio de Tennessee (Elsik y Dilcher, 1974); (Potter, 1976) y Mississippi (Engelhardt) 1964^a; Eoceno de Texas (Elsik, 1968) Eoceno superior de Mississippi (Tschudy y Van Loenen, 1970) y Eoceno Medio a Oligoceno Temprano del Mississippi y Alabama (Frederiksen, 1980^a). La especie tiene aproximadamente 15 μ en diámetro, oblato con un contorno triangular con lados redondeados y esquinas redondeadas, sintricolporado y de psilado a perforado esculturalmente. El polen es similar a *Eugenia* y *Myrica* de las Myrtoideae (Muller, 1981) y el polen de los dos géneros no son fácilmente distinguibles (Graham, 1980). El género *Myrtaceidites* está reportado del

Santoniano de Borneo, Maestrichtiano de Colombia y Paleoceno de “Ninetyeast Ridge” (Sur del océano indico de India) y Australia (Muller, 1981). En Formación Claiborne Lisbon a través del límite Eoceno-Oligoceno en Alabama y Mississippi (Frederiksen, 1988). Los granos de la familia Myrtaceae han sido encontrados desde el Santoniano. El primer reporte de *Myrtaceidites* en Norte América es en el Eoceno Medio de Tennessee (Muller, 1968). *Myrtaceidites* es uno de los palinomorfos descritos para la costa del Golfo y en lignitos del Eoceno Tardío de Australia (Milne, 1988). Crepet en 1985, citó la presencia de *Myrtaceidites* sp. (parecido a *Eugenia*) en el Eoceno Medio de Lawrence Clay Pit en Tennessee.

Familia Onagraceae

Corsinipollenites Nakoman 1965. (Lámina 7. Fig. 81)

Corsinipollenites aff. *crasigranulatus*

Tripolorado, vestibulado. Poros de 28 μ de diámetro, distribuidos equidistantemente sobre el ecuador. Vestíbulos de 16 μ de largo, base de 24 μ . Exina 4-5 μ de grosor. Tectado, psilado, los vestíbulos están ornamentados con microverrugas. En vista polar tiene forma triangular a circular. Eje ecuatorial 96 μ . Mónade, isopolar, radial.

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

Sección (es): Flamenco y Zacapala.

Registro geológico: El registro más antiguo de las Onagraceae, parece ser *Trivestibulopollenites* descrito por (Chmura 1973, *In*: Muller, 1981), para el Maestrichtiano de California, EUA. Algunos granos están registrados para el Eoceno de San Diego, California; se han registrado en la Formación Gaviota también en el 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 se presenta en el grupo Claiborne del Eoceno Medio de EUA. En Europa, en el Eoceno más Temprano de Bélgica, en Asia central en el Paleoceno, en África en el Eoceno de Nigeria.

En secciones de Tepexi de Rodríguez (Martínez y Ramírez 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* frecuentemente se registra durante el Terciario, en el Oligoceno de Puerto Rico; se ha registrado también en el oligo-mioceno de Chiapas (Biaggi, 1978).

Familia Plumbaginaceae

Armeria (DC) Willd. (Lámina 7. Fig. 82)

Tricolpado. Exina de 3.2 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.

Afinidad: Con el género *Armeria* aunque (Van Campo, 1976), lo compara con el polen de *Limonium*.

Sección (es): Zaragoza.

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

Familia Polemoniaceae

Periporopollenites Thomson y Pflug 1953. (Lámina 7. Fig. 83)

Periporado, poros de 7 μ de diámetro, se observan de 8 a 10 poros en un hemisferio. Exina 5 μ de grosor, la endexina mide una tercera parte del grosor de la exina. Tectado, equinado, espinas sólidas de 1 μ de longitud. Forma esférica de 70 a 83 μ . Mónade, apolar.

Afinidad: Con la especie *Loeselia mexicana*.

Sección (es): Tronco.

Registro geológico: En el Terciario de Colombia (Del Eoceno Temprano al Medio). *Periporopollenites vesicus* Partridge, se reportó para el Mioceno Superior de la provincia de Catamarca, Argentina (Mautino y Anzótegui ¿?)

Familia Salicaceae

Salixipollenites S. K. Srivastava 1966. (Lámina 7. Fig. 85)

Tricolporoidado. Exina 1 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado heterobrocado. Microrretículo fino cerca de los márgenes y cerca de los polos. Los lúmenes más grandes miden 1.6 μ y disminuyen gradualmente hasta 0.6 μ cerca de las aberturas y hacia los polos. Eje polar 24 μ , eje ecuatorial 18 μ ; forma prolato. Mónade, isopolar, radial.

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

Sección (es): Flamenco.

Registro geológico: El polen fósil del género *Salix* se encuentra reportado desde el Cretácico Tardío (Cenomaniano-Turioniano) 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 ha reportado (Martínez y Ramírez, 1999) y, en la Formación Pie de Vaca se han encontrado hojas de siete especies diferentes del género *Salix* (Ramírez-Garduño y Cevallos-Ferriz, 2000). 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 está reportado para el oligo-mioceno de Chiapas (Biaggi, 1978).

Familia Sterculiaceae

Revisiapollis Krutzsch 1970.

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.

Afinidad: Con el género *Reevisia*.

Sección (es): Flamenco.

Registro geológico: 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. *Reevisia* se encuentra reportado en la cuenca Tepexi-Coatzingo, México (Martínez y Ramírez 1996, 1999). Familia reportada para el oligo-mioceno de Chiapas, México (Biaggi, 1978). *Reevisiapollis* se encuentra también registrada para el Mioceno Medio de Polonia (Jansonius y Hills, 1976).

***Triumfetta* L.** (Lámina 7. Fig. 88)

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.

Afinidad: Con el complejo Bombacaceae-Sterculiaceae-Tiliaceae (Frederiksen, 1973).

Sección (es): Cerro Pelón, Flamenco.

Registro geológico: Krutzsch en 1970, confirma la presencia de *Intratropollenites* en el Paleoceno Medio, registra algunas especies en el Eoceno Medio del centro de Europa. (Kedves y Pardutz, 1970) confirman la presencia de dicho género en el Eoceno Temprano de París. En el Eoceno Medio del norte de África. En la Formación Tallahatta en Claiborne en el límite Eoceno-Oligoceno en Alabama y Mississippi (Frederiksen, 1988).

Familia Ulmaceae

Ulmipollenites Wolff 1934 emend. Srivastava 1969b.

Ulmipollenites miocaenicus Nagy 1969

Estefanoporado, 5 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 37 a 40 μ . Mónade, isopolar, radial.

Ulmipollenites sp. 1

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 37 a 40 μ . Mónade, isopolar, radial.

Afinidad: Esta forma se relaciona con el género actual *Ulmus* aunque *Ulmipollenites* pudo ser producida por *Planera*, *Zelkova* o algún otro género de las ulmáceas que existieron durante el Eoceno.

Sección (es): Cerro Pelón y Flamenco.

Registro geológico: De acuerdo con Wolff 1973 (*In*: Cronquist, 1981) el polen tipo *Ulmus* se presenta 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 que para Wyoming los reportes se encuentran desde el Paleoceno Tardío. En Tepexi de Rodríguez, Puebla, se ha reportado *Ulmus* (Martínez y Ramírez 1996, 1999). *Ulmus* se ha registrado para el Mioceno Tardío de México (Graham, 1976), para el Mioceno de Chiapas (Palacios y Rzedowski, 1993).

Monocotiledóneas

Familia Arecaceae

Arecipites (Wodehouse 1933) Nichols *et al.* 1973. (Lámina 7. Figs. 86)

Arecipites paraleolatus (Kr.) Krutzsch 1970.

Monosulcado. La abertura no se extiende a todo lo largo del grano, mide aproximadamente 31 μ de longitud, margo psilado de 1 μ . Exina de 0.8 a 1 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado a foveolado; las lúminas son pequeñas, muy pequeñas en el eje ecuatorial menor (lúminas menores a 1 μ de luz). Eje ecuatorial mayor 48 μ , eje ecuatorial menor de 21.6 μ . Forma oblato. Mónade, heteropolar, bilateral.

Sección (es): Flamenco y Zaragoza.

Arecipites variegatus (Couper 1953) Krutzsch 1970.

Monosulcado. La abertura no se extiende a todo lo largo del grano, mide aproximadamente 31 μ de longitud, margo psilado de 1 μ . Exina de 0.8 a 1 μ de grosor. Subtectado, microrreticulado, heterobrocado; las lúminas disminuyen hacia la abertura. Eje ecuatorial mayor 32 μ , eje ecuatorial menor de 24 μ . Forma oblato. Mónade, heteropolar, bilateral.

Sección (es): Flamenco y Zaragoza.

***Arecipites* sp 1.**

Monosulcado. La abertura no se extiende a todo lo largo del grano, mide 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 48 μ , eje ecuatorial menor de 20.8 a 38.4 μ . Forma oblato. Mónade, heteropolar, bilateral.

Sección (es): Flamenco y Zaragoza.

Afinidad: Con Palmae. Podría compararse con el género *Sabal* (Krutzsch, 1970).

Registro geológico: 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). Formación Saramaguacán de Cuba de edad Eocénica (Areces-Mallea, 1999 *In*: Graham, 2002). *Arecipites* está reportado para el Oligoceno de las islas Británicas (Wilkinson y Boulter, 1980). Se estima que la familia de las palmas posee unas 2500 especies, distribución pantropical y dadas las diferencias morfológicas entre muchos de los taxa es imposible identificar muchos especímenes a nivel genérico.

Familia Bromeliaceae

aff. **Bromeliaceae** Juss. (Lámina 7. Fig. 87)

Monosulcado. Exina de 1 μ de grosor. Subtectado reticulado heterobrocado a foveolado cerca de la abertura. Eje polar 19.2 μ , eje ecuatorial mayor 43.2 μ . Forma oblato. Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: Con la familia Bromeliaceae parecido morfológicamente al género *Billbergia*.

Sección (es): Tronco.

Registro geológico: Para la cuenca Tepexi-Coatzingo (Martínez y Ramírez, 1999).

Familia Liliaceae

Liliacidites Couper 1953. (Lámina 7. Fig. 84)

Monosulcado, la abertura se extiende a todo lo largo de la longitud del grano. Exina de 0.8 μ de grosor. Subtectado, reticulado, heterobrocado. Los lúmenes disminuyen hacia los extremos del eje ecuatorial mayor. Lúmenes completamente cerrados, de 0.8 a 2 μ de diámetro. Eje ecuatorial mayor 24 μ , eje ecuatorial menor 14 μ . Forma oblato. Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: *Liliacidites* Couper 1965 propone este género para granos fósiles con afinidad a las Liliáceas. Además, a las *Liliacidites* se le puede relacionar con Palmae o con otras familias de monocotiledóneas como Liliaceae, Amaryllidaceae e Iridaceae (Frederiksen) 1983 e incluso a las Bromeliaceae (Graham *et al.*, 2000).

Sección (es): Flamenco, Techcale Blanco y Tronco.

Registro geológico: 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 se presenta desde el Cretácico y a partir del Eoceno Tardío es más frecuente. En la Formación Saramaguacán del Eoceno Medio de Cuba. Este tipo monosulcado se ha descrito para el Paleógeno del sureste de E.U.A y para el norte de Sur América. *Liliacidites* se ha registrado para el Eoceno del noreste de México en la Cuenca de Burgos (Martínez-Hernández *et al.*, 1980) y en depósitos más recientes.

Familia Poaceae

Graminidites Potonié 1960a. (Lámina 7. Fig. 90)

Graminidites sp. 1.

Monoporado. Poro circular, 3 μ de diámetro; annulus de 2 μ de ancho. Exina de 1 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje ecuatorial 44-50 μ . Forma esferoidal. Mónade, heteropolar, bilateral.

Sección (es): Flamenco, Puente y Tronco.

Graminidites sp.2.

Monoporado. Poro circular de 3.6 μ de diámetro; annulus de 2.4 μ de grosor. Exina de +/- 0.8 μ de grosor. Tectado escabrado a microverrugado. Eje ecuatorial 36 μ . Forma esferoidal. Mónade, heteropolar, bilateral.

Afinidad: Con las gramíneas (De acuerdo con Frederiksen, 1980 a).

Sección (es): Cerro Pelón, Flamenco y Puente.

Registro geológico: 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 Oligoceno Temprano comienza a ser más frecuente en Egipto y Camerún. El registro más antiguo de gramíneas en Norte América es un conjunto de macrorrestos del Eoceno Temprano de Tennessee (Crepet y 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 y Ramírez 1996, 1999). El polen de las gramíneas es conocido en el registro fósil también como *Monoporites annuloides* (van der Hammen, 1956).

Familia Potamogetonaceae

Potamogetonaceaeapites Biswas 1962. (Lámina 7. Fig. 91)

Sin aberturas. Exina 1 μ de grosor. Subtectado microrreticulado heterobrocado. Lúminas inferiores 0.8 μ , lúminas mayores aproximadamente 1.6 μ . Esferoidal de 40 μ de diámetro. Mónade, apolar, asimétrico.

Afinidad: Con el género actual *Potamogeton* que se ha reportado en lagos de agua dulce o charcas.

Sección (es): Flamenco y Techcale Blanco.

Registro geológico: Género reportado para la Formación Sylhet de edad Eoceno en la India. En el Pleistoceno de Burundi, África (Jansonius *et al.*, 1976).

INSERTAE SEDIS

aff. ***Psilatricolpites simplex*** González 1967. (Lámina 7. Fig. 89)

Aberturas tan largas como el eje polar. Exina de 1 μ de grosor. Tectado, psilado. Eje polar 36.8 μ , eje ecuatorial 22.4 μ ; forma perprolato. Mónade, isopolar, radial. Afinidad: No se conoce.

Sección (es): Tronco.

Registro geológico: En el área de Tibú, Colombia (Eoceno más Temprano a Eoceno Medio).

aff. ***Retitricolporites ecuatorialis*** González 1967. (Lámina 5. Fig. 92)

Tricolporado. Colpo ecuatorialis. Ectoaberturas con engrosamientos de más o menos 1 μ . Exina de 2 a 3 μ de grosor. Subtectado microrreticulado heterobrocado intercalar, lúminas de 2.4 a 0.8 μ de luz; muros de aproximadamente 0.8 μ . Hay una leve tendencia a que las lúminas pequeñas estén más cerca de las aberturas. Eje polar 32 μ , eje ecuatorial 22.4 μ ; forma prolato.

Afinidad: Se desconoce.

Sección (es): Puente.

Registro geológico: *Retitricolporites ecuatorialis* se reporta para el área de Tibú, Colombia (Eoceno más Temprano a Eoceno Medio).

4.3 COMPOSICIÓN PALINOLÓGICA DE LAS SECCIONES LITOLÓGICAS

Se mencionan los grupos de palinomorfos recuperados en cada sección, se presentan en tablas los resultados donde se indica el número de muestra, el género o familia y el número de granos de polen con la finalidad de conocer la abundancia relativa de los taxa determinados. Se comparan los taxa recuperados en cada sección con las otras secciones y se indican los taxa de importancia cronoestratigráfica.

4.3.1 "SECCIÓN FLAMENCO"

En estas rocas calizas laminadas, se observó una gran diversidad de palinomorfos. Las muestras positivas, contienen materia orgánica en abundancia.

Flamenco											
Tepexi de Rodriguez											
	Pb-9236	Pb-9237	Pb-9238	Pb-9239	Pb-9242	Pb-9244	Pb-9245	Pb-9246	Pb-9248	Pb-9253	Pb-9255
Alnipollenites	1	0	1	0	1	0	0	1	6	3	1
Arecipites	0	1	3	2	0	1	1	3	4	1	4
Armeria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bursera	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Caryapollenites	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Catinipollis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clavatipollenites	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Compositoipollenites	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Corsinipollenites	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Chenopodipollis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Ephedripites	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Graminidites	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Hedyosmum	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Intratripoporopollenites	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Juglanspollenites	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Labiatae	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
Liliacidites	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Momipites coryloides	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Myrtaceidites	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	1
Normapollis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pinuspollenites	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1
Platycaryapollenites	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Potamogetonaceapites	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pterocarya	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercoidites	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Reevisiapollis	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Salixipollenites	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taxodiaceapollenites	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
Ulmipollenites	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de granos por muestra	3	3	8	13	2	2	3	5	23	6	5

Tabla A. Se indican los taxa de plantas recuperadas en la sección Flamenco.

Se puede distinguir el número de granos de polen recuperado en cada muestra positiva.

La sección Flamenco contiene polen de 29 géneros pertenecientes a grupos como las gimnospermas y angiospermas monocotiledóneas y dicotiledóneas siendo estas últimas las más diversas. Contiene también 8 géneros de fungosporas y si bien, no son tan diversas, si son muy numerosas, digamos cientos de éstas por gramo de roca; muy numerosas si las comparamos con los escasos granos de polen, como puede observarse en la tabla anterior. También se recuperaron 5

géneros de pteridofitas, 4 géneros de algas y se observaron algunos acritarcas. La sección Flamenco es una de las más diversas si la comparamos con las demás secciones observadas en este estudio. Algo que es importante denotar es que la sección Flamenco evidencia en su contenido palinológico, el ambiente lacustre y la flora acuática que pudo existir en la proximidad de la paleo-cuenca, numerosas esporas de hongos se relacionan con zonas muy húmedas y cálidas. Por otro lado, las plantas de esta sección representadas por el polen, son similares a las registradas en estudios previos (Martínez y Ramírez, 1999; Carranza, 2001); y han caracterizado a la cuenca de Tepexi-Coatzingo reforzando la similitud entre los estratos de las localidades en los diferentes municipios; por un lado, por la similitud litológica y por el otro, por el contenido polínico que incluye granos no sólo de importancia ambiental, sino también cronoestratigráfica y que unifica a los sedimentos de la cuenca Tepexi-Coatzingo que abarca varios municipios como Tepexi de Rodríguez, Zacapala, San Pedro Cuayuca de Andrade, Coatzingo, Huatlatlauca; que de acuerdo con los palinomorfos recuperados, pertenecen a un sólo evento de depósito en la actual zona Mixteca de nuestro país.

En la sección Flamenco, se recuperaron algas del género *Ovoidites* que aunque no se consideran un buen indicador estratigráfico, han llamado la atención de algunos autores por su abundancia principalmente en el Eoceno Medio de Alemania y en el Neógeno de Bangladesh. También se encontraron esporas de hongos como *Brachyporisporites* reportadas del Paleoceno Tardío al Eoceno Temprano del continente Americano, *Hypoxylonites* (Elsik, 1977) que aparece del Paleoceno Tardío al Eoceno y es abundante del Eoceno Tardío al Oligoceno y *Staphlosporites* reportado para el Eoceno Medio de Tennessee, EUA.

La sección Flamenco, se ubica en el municipio de Tepexi de Rodríguez en el justo lugar donde se recuperó el Flamenco fósil (Applegate, 1987) al que originalmente, le fue asignada una edad cuaternaria. Con base en los resultados de este estudio palinoestratigráfico, se sugiere una edad del Eoceno Tardío al Oligoceno Temprano (+/- 37 a 28.5 millones de años) para dichos estratos, dada la presencia del grupo Normapolles cuyos representantes más antiguos a nivel mundial, corresponden al Cenomaniano Tardío (+/- 98 m.a.) y que según la literatura, es a finales del Cretácico que comienza a declinar el grupo Normapolles, desapareciendo en el Paleógeno (Batten, 1981). En conjunto con el

género *Momipites* que se registra desde el Cretácico y su diversidad y abundancia son extraordinarios durante el Cenozoico, sobre todo durante el Cenozoico Temprano de Norte América y Europa (Manchester, 1989). En México, *Momipites* se recupera en estratos del Eoceno Temprano a Medio de la cuenca de Burgos en Coahuila (Martínez *et al.*, 1980) y en la cuenca Tepexi-Coatzingo en el municipio de Tepexi de Rodríguez (Martínez y Ramírez, 1996, 1999). *Momipites coryloides* destaca por su importancia cronológica, cuyo registro paleontológico corresponde y se restringe al Eoceno Medio de la Formación Green River; Wyoming (Nichols, 1973). *Platycaryapollenites*, también se recuperó en esta localidad. En América, su registro data del Paleoceno a principios del Eoceno (Wing *et al.*, 1984; Frederiksen, 1988), soportando aún más una edad Eoceno-Oligoceno propuesta para las rocas de esta sección.

El grupo Normapolles junto con los elementos del conjunto polínico de la sección Flamenco confirman sin lugar a dudas, la edad de los estratos de la localidad Pie de Vaca y en consecuencia el Flamenco fósil no puede ser del Cuaternario como se había propuesto, sino de edad más antigua, sugiriendo entonces que el Flamenco pertenece al grupo Balsas (Cenozoico) y que debe corregirse de manera categórica la edad propuesta para la Formación Pie de Vaca; cabe mencionar que por su posición estratigráfica, esta unidad litológica sólo puede ser Cenozoica y de acuerdo al registro polínico, de edad eocénica-oligocénica.

La presencia de polen del género *Compositoipollenites*, registrado en esta sección y en otras de los municipios de Tepexi de Rodríguez, Zacapala y Coatzingo ratifica que las compuestas se diversificaron muy tempranamente en el país.

Géneros como *Ephedripites* y *Potamogetonaceapites* por ejemplo, realzan el contraste ecológico de las plantas recuperadas en los sedimentos de Tepexi-Coatzingo al considerar los requerimientos ambientales de los representantes actuales (*Ephedra* y *Picea*, respectivamente) este mismo hecho ha llevado a proponer que existieron diferentes comunidades vegetales que prevalecieron en torno a la cuenca de depósito como se expone más adelante.

El polen que se recuperó en la sección Flamenco y que ha sido registrado en trabajos anteriores en la cuenca Tepexi-Coatzingo son los siguientes: *Arecipites*, *Bursera*, *Catinipollis*, *Clavatipollenites*, *Compositoipollenites*, *Corsinipollenites*,

Chenopodipollis, *Ephedripites*, *Graminidites*, *Juglanspollenites*, *Labiatae*, *Liliacidites*, *Momipites coryloides*, *Pinuspollenites*, *Quercoidites*, *Reevisiapollis*, *Salixipollenites*, *Taxodiaceapollenites* y *Ulmipollenites*.

4.3.2 “SECCIÓN PUENTE”

En esta sección la limolita localizada a 10 metros de la base aproximadamente (Figura 5), contiene fragmentos algales y una gran variedad de fitoclastos (fragmentos de plantas).

Puente	
Tepexi de Rodríguez	Pb-9272
Alnipollenites	8
Arecipites	1
Basiopollis	1
Bursera	1
Compositoipollenites	1
Chenopodipollis	2
Ephedripites	1
Graminidites	1
Gunnerites	1
Ilexpollenites	1
Liliacidites	1
Liquidambarpollenites	1
Momipites coryloides	1
Pinuspollenites	2
Platycaryapollenites	1
Taxodiaceapollenites	1
Total de granos por muestra	25

Tabla B. Se indican los taxa de plantas recuperadas en la sección Puente.

Se puede distinguir en número de granos de polen recuperado en la muestra positiva.

En esta sección se recuperaron 16 géneros de polen, 3 géneros de fungosporas *Biporipsilonites*, *Hypoxylonites* y *Pluricellaesporites* y sólo un género de esporas de afinidad con las selaginelas, *Echinatisporis*. Gran parte de los granos de polen pertenecen a las dicotiledóneas dentro de las cuales algunas son de importancia cronoestratigráfica y ambiental. Cabe mencionar que en esta sección no se recupera ningún fragmento algal o acritarcas a diferencia de lo recuperado en la sección anterior. Se reconocieron taxa de sitios muy húmedos o inundados como

Ilexpollenites y *Taxodiaceapollenites*. Géneros que hoy día se pueden encontrar en matorrales xerofilos como *Bursera*, *Compositoipollenites*, *Chenopodipollis*, *Ephedripites*, *Graminidites* aunque quizá este último género pudo existir también en zonas inundadas.

Dentro de los taxa de importancia cronoestratigráfica se encuentran *Momipites coryloides*, *Platycaryapollenites* y *Basopollis* género del grupo Normapolles que indica la edad Terciaria Temprana de éstos sedimentos.

También, se recuperó un conjunto muy diverso en cuanto a tipo de ambiente, clima y tipo de vegetación.

Varios grupos de palinomorfos procedentes de ésta sección, destacan por sus implicaciones cronoestratigráficas como *Biporipsilonites* una espora de hongo que se encuentra reportada para el Eoceno de Europa, mientras *Hypoxyylonites* se reporta del Paleoceno Tardío al Eoceno siendo muy abundante del Eoceno Tardío al Oligoceno (Elsik, 1977).

Granos de polen como *Basopollis* se encuentran restringidos en el tiempo geológico y se han reportado del Paleoceno al Eoceno Temprano de Alemania y el Eoceno de Cuba (In: Graham, 2002). La distribución estratigráfica reportada a nivel mundial del grupo *Basopollis*, abarca desde el Cretácico hasta el Oligoceno Temprano. La especie *Momipites coryloides*, reportada del Paleoceno al Eoceno de la Formación Calvert Bluff (grupo Wilcox) y el Eoceno de la Formación Manning (grupo Jackson) en Texas, EUA. En general, las especies del grupo *Momipites* están restringidas a nivel mundial al Eoceno Medio por su importancia en el grupo Jackson (Frederiksen, 1980). El género *Platycaryapollenites*, registrado en el grupo Jackson del Paleoceno al Eoceno de América del Norte (Wing *et al.*, 1984; Frederiksen, 1988). En América, hasta el momento *Platycaryapollenites*, suele considerarse del Eoceno Temprano al Medio.

Se encontró también el género *Compositoipollenites* y *Graminidites*, elementos comunes de la cuenca Tepexi-Coatzingo también, géneros como *Ephedripites* e *Ilexpollenites* que realzan el contraste ecológico que debió existir en la cuenca. En este sentido, la sección Puente puede compararse en cuanto el contenido polínico con todas las secciones de la cuenca estudiadas hasta ahora.

4.3.3 "SECCIÓN ZACAPALA"

Los palinomorfos fueron muy escasos en esta sección. Las muestras contienen algas del género *Ovoidites*; esporas de hongo del género *Hypoxylonites* y granos de polen.

De manera cualitativa se aprecia la dominancia de fragmentos algales y coniferales.

Zacapala				
Zacapala				
	Pb-8177	Pb-8178	Pb-8179	Pb-9113
Corsinipollenites	1	1	3	1
Hedyosmum	2	1	1	1
Myrtacidites	0	1	1	1
Piceapollenites	4	1	1	1
Pinuspollenites	1	4	0	0
Total de granos por muestra	8	8	6	4

Tabla C. Se indican los taxa de plantas recuperadas en la sección Zacapala.

Se puede distinguir en número de granos de polen recuperado en cada muestra positiva.

Estas limolitas presentaron muy escaso material, no se observaron fragmentos algales. Todos los géneros de polen de esta sección, han sido recuperados en estudios palinológicos previos de la cuenca Tepexi-Coatzingo.

Dentro de los taxa con importancia cronoestratigráfica destaca únicamente el género *Hypoxylonites* registrado desde el Paleoceno Tardío al Eoceno y Oligoceno. En cuanto a polen, ningún género pudiera indicar alguna restricción estratigráfica, sin embargo *Myrtaceidites* es un género fósil frecuentemente recuperado en estratos del Eoceno al Oligoceno de EUA y al tomar en cuenta todo un conjunto de plantas lo único que refuerzan es un gran conjunto Cenozoico aunque muchos elementos se encuentran desde el Mesozoico (básicamente Cretácico). En estos estratos el taxa más local quizá sea *Corsinipollenites* mientras los demás géneros son aerófilos.

4.3.4 “SECCIÓN TECHCALE BLANCO”

Las muestras positivas se localizan básicamente en los primeros 15 metros de la sección litológica (Figura 7). Contienen en general poco material palinológico, presentan fragmentos algales y de coníferas, hifas y una gran diversidad de fungosporas, esporas, fitorestos y granos de polen.

Techcale Blanco					
Zacapala					
	Pb-9162	Pb-9164	Pb-9165	Pb-9166	Pb-9168
Alnipollenites	2	1	2	0	0
Arecipites	2	1	0	0	0
Bromeliaceae	1	0	0	0	0
Caryapollenites	0	0	0	1	0
Catinipollis	0	0	1	0	0
Clavatipollenites	0	1	0	0	0
Convolvulaceae	1	1	0	0	0
Chenopodipollis	0	1	0	1	0
Graminidites	0	0	1	1	0
Gunnerites	1	0	0	0	0
Liliacidites	0	0	1	0	0
Momipites coryloides	2	0	0	1	0
Myrtacidites	1	0	0	0	0
Pinuspollenites	1	0	0	0	0
Potamogetonaceae	1	0	0	0	0
Pterocarya	0	0	0	1	0
Quercoidites	0	1	0	0	2
Taxodiaceapollenites	0	0	1	0	0
Total de granos/muestra	12	6	6	5	2

Tabla D. Se indican los taxa de plantas recuperadas en la sección Techacale Blanco. Se puede distinguir en número de granos de polen recuperado en cada muestra positiva.

Los granos de polen de esta sección (como se observa en la Tabla C), se han recuperado en otras localidades hecho que refuerza la afinidad botánica de esta sección como perteneciente a la cuenca Tepexi-Coatzingo. Como excepción se encuentra el género *Perforicolpites* de la familia Convolvulaceae.

Esta es la sección donde se recuperó la mayor diversidad de esporas de hongos dentro de los que destacan cronoestratigráficamente: *Dicellaeporisporites* que se

ha reportado para el Terciario Temprano del continente Americano así como un una fungospora con afinidad a *Dicellaeporisporites delitschiapites* reportada para el Eoceno Medio de Tennessee, EUA y la especie *Dicellaeporisporites popovii* reportada para el Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano del estado de Texas. Otra especie es *Dictyosporites paradkarii* recuperada desde el Cretácico (Maestrichtiano +/- 71.3 m.a.) aunque el género, es común en el Eoceno (+/- 54.8 m.a), *Dyadosporites* también se presenta en éstos sedimentos y es de importancia estratigráfica por estar reportado para el Eoceno de Tennessee. *Hypoxylonites* según (Elsik, 1977), aparece del Paleoceno Tardío al Eoceno y es abundante del Eoceno Tardío al Oligoceno. *Inaperturites rotundus* se reporta para el Eoceno-Oligoceno de China aunque existen reportes previos (del Maestrichtiano al Terciario Temprano de Colombia). *Multicellites aff. lanceolatus* reportada para el Oligoceno Temprano de China. *Papulusporonites* común a través del Terciario, reportado para el Eoceno Medio de Alemania, *Pluricellaesporites* reportado desde el Maestrichtiano de Colombia, *Spegazzinites* reportado para el Terciario de Alemania.

4.3.5 "SECCIÓN TRONCO"

La muestra Pb-9171 (Figura 10) presenta materia orgánica (querógeno) en abundancia y los palinomorfos son muy escasos.

Tronco	
San Pedro Cuayuca de Andrade	
	Pb-9171
Alnipollenites	1
Bromeliaceae	1
Clavatipollenites	1
Graminidites	2
Labiatae	1
Liliacidites	2
Momipites coryloides	2
Periporopollenites	1
Pinuspollenites	3
Quercoidites	1
Total de granos por muestra	15

Tabla E. Se indican los taxa de plantas recuperadas en la sección Tronco. Se puede distinguir en número de granos de polen recuperado en la muestra positiva.

Pudieron reconocerse acritarcas, fragmentos algales, algas de los taxa *Leiospheridia* y *Ovoidites grandis*, fungosporas de los géneros *Diplodites* y *Papulusporonites* así como polen de los géneros *Alnipollenites*, *Clavatipollenites*, *Chenopodipollis*, *Graminidites*, *Labiatae*, *Liliacidites*, *Momipites coryloides*, *Pinuspollenites*, *Psilatricolpites simplex* y *Quercoidites*.

A pesar de sólo haber obtenido una muestra positiva, el conjunto manifiesta la similitud polínica con otras secciones de esta cuenca a excepción de grano de polen de la familia Bromeliaceae y Polemoniaceae.

Destacando únicamente como polen de importancia cronoestratigráfica *Momipites coryloides*.

4.3.6 “SECCIÓN ZARAGOZA”

Estas muestras (Figura 14) resultaron positivas, contienen restos algales entre los que se reconoció el género *Spyrogira*, fungosporas, esporas de los géneros y granos de polen.

Zaragoza	Pb-9541	Pb-9542	Pb-9543
Alnipollenites	1	1	1
Arecipites	6	2	2
Armeria	0	1	0
Caryapollenites	0	0	1
Clavatipollenites	2	2	2
Compositae	0	0	1
Chenopodipollis	1	3	3
Ephedripites	2	1	1
Liliacidites	0	0	1
Momipites coryloides	2	1	0
Piceapollenites	12	1	0
Pinuspollenites	18	18	29
Podocarpites	14	2	6
Quercoidites	4	0	1
Tiliaceae	3	0	0
Total de granos/muestra	65	32	48

Tabla F. Se indican los taxa de plantas recuperadas en la sección Zaragoza. Se puede distinguir en número de granos de polen recuperado en las muestras positiva.

Los granos de polen recuperados en esta sección se han reconocido en diferentes secciones pertenecientes a la cuenca Tepexi-Coatzingo.

En cuanto a sus elementos destaca cronoestratigráficamente la presencia de *Caryapollenites* y *Momipites coryloides*.

En esta sección, se observa una mezcla de elementos polínicos que por su tipo de dispersión pueden ser locales o regionales. Por ejemplo las coníferas que producen una gran cantidad de polen, el cual puede dispersarse a distancias considerables (In: <http://www.boreas.org/articulos/polen.htm>).

4.3.7 “SECCIÓN CERRO PELÓN”

Las muestras presentan algunos acritarcas, escasos fragmentos algales (*Ovoidites* sp.). Fragmentos de fungosporas presencia de numerosos taxa; esporas y granos de polen.

Cerro Pelón Coatzingo			
	Pb- 9116	Pb- 9122	Pb- 9128
Acaciapollenites	1	0	0
Anacardiaceae	1	0	0
Alnipollenites	1	0	0
Bursera	1	0	0
Caryapollenites	1	1	0
Composotoipollenites	1	0	0
Chenopodipollis	1	0	0
Dalea	1	0	0
Ephedripites	1	0	0
Foveoltricolpites	1	0	0
Gunnerites	1	0	0
Hedyosmun	1	0	0
Ilexpollenites	1	0	1
Liquidambarpollenites	1	0	0
Momipites coryloides	1	0	0
Momipites microcoryphaeus	1	0	0
Perforotricolpites	1	0	0
Plicatopollis plicata	1	0	0
Potamogetonaceapites	1	0	0
Psilatricolpites simplex	1	0	0
Quercoidites	2	0	0
Taxodiaceapollenites	1	0	0
Tiliaceae af. Apeiba	1	0	0
Ulmipollenites	1	0	0
Total de granos/muestra	25	1	1

Tabla G. Se indican los taxa de plantas recuperadas en la sección Cerro Pelón. Se puede distinguir en número de granos de polen recuperado en cada muestra positiva.

En esta sección, la diversidad de granos de polen es mayor a las mencionadas con anterioridad.

En el Cerro Pelón, el único taxa exclusivo es *Dalea*, todos los demás elementos se recuperaron cuando menos otra sección de la cuenca Tepexi-Coatzingo.

Cronoestratigráficamente destacan la espora fúngica de la especie *Dicellaeporisporites popovii* cuyo registro en EUA data del Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano y el género *Staphlosporites* reportado para el Eoceno Medio de Tennessee, EUA. En cuanto a los granos de polen, en el conjunto de Cerro Pelón, se recuperó la especie *Momipites microcoryphaeus* reportada previamente para Tepexi de Rodríguez (Martínez y Ramírez, 1999) y en el municipio de Coatzingo (Carranza, 2001), lo que indica el parecido en cuanto al contenido polínico de las de las secciones así, como la edad geológica.

4.3.8 SUMARIO CONJUNTO PALINOLÓGICOS

Al comparar todas las secciones analizadas en cuanto al número de taxa recuperados, se observa que sección Flamenco es la más diversa con 29 taxa. En dicha sección no se observa tendencia alguna en cuanto al número de granos de polen contados ni alguna tendencia en cuanto a la aparición o desaparición abrupta de algún elemento en particular.

Si comparamos la sección Flamenco con otras, se puede observar que el número de pinos es sumamente escaso. Taxa considerados acuáticos o pertenecientes actualmente a zonas de inundación como *Potamogeton*, *Taxodium-Cupressus-Juniperus*, se encuentran presentes en Flamenco. Esta sección se distinguió también por la gran diversidad de esporas de hongos. Notorio es que contiene taxa reconocidos en trabajos palinológicos anteriores de la zona y que indican una relación entre las secciones por contener elementos comunes y sobre todo, por que algunos de ellos corroboran el intervalo temporal en el que se llevó a cabo el depósito de la cuenca Tepexi-Coatzingo.

La sección Puente destaca por la presencia del género *Basopollis* que es un género de importancia cronoestratigráfica, lo que ratifica la edad tan antigua de esos estratos y no una edad Cuaternaria.

La sección Techcale Blanco es también muy diversa en cuanto a las fungosporas y también contiene elementos comunes en las secciones observadas.

A groso modo, se observa que la mayor diversidad de palinomorfos se sitúa hacia el noroeste de la cuenca Tepexi-Coatzingo, en los municipios de Tepexi de Rodríguez y Zacapala básicamente como se ha constatado hasta este momento. Es posible que los palinomorfos una vez cayeran al agua, fueron sopladados por viento a la orilla de la cuenca como la localidad Pie de Vaca, lo que facilitó su preservación. El hecho de que algunas secciones no contengan palinomorfos, puede asociarse por ejemplo a que eran lugares inundados permanentemente, lo que no permitió un depósito, al menos continuo. Sin duda, el tipo de roca tiene que ver una mejor preservación de los organismos fósiles, pero en el caso de las rocas de Tepexi-Coatzingo, ésto no es muy claro, pues en los yesos que es difícil rescatar fósiles, se han encontrado. Es posible que las múltiples fracturas que presenta la localidad de estudio, estén resultando en el escaso número de palinomorfos, no obstante que se muestrearon los afloramientos mejor preservados.

Entre las familias de plantas que inciden en la mayoría de las secciones se encuentran las Juglandaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Fagaceae, Poaceae, Compositae, Ulmaceae, Betulaceae y Onagraceae y entre las familias de gimnospermas más significativas están la Pinaceae y Ephedraceae.

Representados por polen se encuentran grupos de importancia palinoestratigráfica como los géneros de la familia Juglandaceae (*Momipites*, *Platycaryapollenites* y *Caryapollenites*).

Por su parte las Compositae destacan por su sola presencia y diversidad en esta cuenca mexicana tan antigua.

CAPÍTULO 5

Los elementos palinológicos también, permitieron sugerir aspectos sobre la cuenca en cuanto a la cronoestratigrafía, el carácter local y regional de las plantas representadas por el polen, las comunidades vegetales que pudieron existir en la cuenca, su paleoclima y ambiente sedimentario donde crecieron.

Para esta parte del trabajo, se tomaron en consideración los resultados publicados por (Martínez y Ramírez 1996, 1999), así como los resultados de la tesis de licenciatura de (Carranza, 2001).

5.1 PALINOESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO

La representación de los diferentes taxa en algunas formaciones geológicas del mundo, evidencia una bioestratigrafía claramente definida por el conjunto de plantas. La presencia de otros organismos diferentes a los palinomorfos y los fechamientos radiométricos, permiten dar de manera conjunta y muy sólida los resultados cronoestratigráficos.

En el caso de los sedimentos de la cuenca de Tepexi-Coatzingo ha sido posible únicamente la recuperación de restos vegetales, en su mayoría conjuntos polínicos y determinados macrorrestos (Cevallos y Ramírez, 1998), con los que se ha delimitado la edad del depósito.

En la palinología del Cenozoico en sentido estricto, no existen zonas basadas en intervalos geológicos de un taxa en particular, la mayoría de éstos, tienen alcances estratigráficos muy amplios (Tschudy, 1984).

En el contexto del conjunto polínico de la cuenca Tepexi-Coatzingo, los acritarcas no tienen ningún valor estratigráfico además, estos palinomorfos fueron muy escasos en las secciones donde se recuperaron. Los acritarcas se registran desde el Paleozoico inferior; las algas, tienen un registro geológico que abarca desde el Paleozoico hasta hoy día. A pesar de lo antiguas que resultan ser las esporas de

hongos en el tiempo geológico, en estudios palinológicos actuales en los que se ha puesto más atención en su morfología, éstas han jugado un papel importante en la cronoestratigrafía. Por su compleja diversidad morfológica, en muchos sedimentos del mundo, sencillamente se habían ignorado; lo que había entorpecido el reconocimiento taxonómico y la importancia cronológica de estos elementos comúnmente recuperados en las cuencas sedimentarias. En algunas muestras de la cuenca Tepexi-Coatzingo, fue notable la abundancia y diversidad de fungosporas; los taxa determinados en este trabajo, se han reconocido en estratos Paleógenos de formaciones geológicas del mundo, ejemplos de éstos son; los géneros *Hypoxylonites* y *Diadosporites*, y las especies *Dicellaesporites delitschiapites* e *Inaperturites rotundus*.

En la cuenca Tepexi-Coatzingo específicamente en las secciones Flamenco y Techcale Blanco (municipios de Tepexi de Rodríguez y Zacapala, respectivamente), *Hypoxylonites* es muy diverso y muy abundante, esto es interesante porque dicho género se reporta a partir del Eoceno Medio y de acuerdo con Elsik, 1977; *Hypoxylonites* o bien sus especies, son muy frecuentes del Eoceno Tardío al Oligoceno y también muy abundantes durante el Eoceno Medio de Texas, EUA.

Por otra parte, la especie *Dicellaesporisporites delitschiapites* sólo ha sido reportada para el Eoceno Medio de Tennessee, EUA, mientras *Inaperturites rotundus* sólo se ha reconocido en sedimentos del Eoceno al Oligoceno Temprano de China. Estos taxa reconocidos, refuerzan la edad Paleógena del depósito e indican una edad restringida del Eoceno Medio al Oligoceno Temprano.

Las esporas (briofitas y pteridofitas), tienen un valor muy limitado en correlaciones estratigráficas o como indicadores paleoecológicos (a excepción de que en algunos conjuntos polínicos han resultado ser buenos indicadores de edad). Sin embargo en el conjunto polínico de la cuenca Tepexi-Coatzingo no existen esporas que ayuden a circunscribir la edad geológica.

En cambio, ciertos granos de polen, caracterizan bioestratigráficamente la cuenca Tepexi-Coatzingo., tal es el caso del género *Aglaoreidia* (monocotiledónea fósil que podría representar un elemento extinto de la familia Restioniaceae), es considerado un buen indicador estratigráfico del Paleógeno.

En la cuenca Tepexi-Coatzingo se recuperaron las especies *A. cyclops* (Martínez y Ramírez, 1994, 1999; Carranza, 2001) y *A. pristina* (Carranza, 2001); esta última especie se ha recuperado también, en estratos del Eoceno Tardío de la cuenca de Burgos, en el noreste de México (Ayala, 1998).

Aglaoreidia, fue descrito por primera vez para el Eoceno Superior de Inglaterra (Erdtman, 1960) y posteriormente, del Eoceno Superior al Oligoceno Temprano en depósitos del noroeste de Europa (Krutzsch, 1963). Fowler en 1971 observó dos tipos esculturales en la población de *Aglaoreidia* en los depósitos Terciarios del sur de Inglaterra, estableciendo así, dos especies; *A. pristina* y *A. cyclops*. Establece que *A. pristina* indica un límite temporal de Eoceno Tardío mientras *A. cyclops* abarca desde el Eoceno Tardío al Oligoceno Temprano.

Posteriormente, Frederiksen en 1988 reporta la especie *A. pristina* del Eoceno Temprano al Eoceno Medio Tardío del este de la costa de EUA; lo que amplía un poco el alcance estratigráfico de *A. pristina*. En resumen, el género es considerado un buen indicador estratigráfico que limita en Europa del Eoceno Tardío al Oligoceno Temprano y en América del Norte indica del Eoceno Temprano al Eoceno Medio Tardío (Frederiksen, 1988). Es importante destacar que posteriormente *A. cyclops* se vuelve a reportar para Norte América en el trabajo polínico de Martínez y Ramírez de 1999 en el municipio de Tepexi de Rodríguez y que después Carranza en 2001 vuelve a mencionar la presencia de *A. cyclops* y de *A. pristina* en la misma cuenca de Tepexi-Coatzingo en el municipio de Coatzingo. Hecho que refuerza la edad Paleógena de la cuenca y permite delimitar su edad como Eoceno-Oligoceno Temprano. Por otro lado, el hecho de que se encuentren estas dos especies también indica lo diverso que ha sido nuestro país en cuanto a flora se refiere y posiblemente algunas diferencias ambientales. Fowler 1971, reporta a *A. cyclops* en asociación con géneros acuáticos, lo que indicaría que en la zona de depósito hubo un hábitat dulceacuícola. Mientras *A. pristina* fue también una planta acuática de un ambiente salobre.

Por otro lado, las Restionaceas (familia a la que pertenecen géneros como *Milfordia* y *Aglaoreidia*), fueron muy importantes en zonas inundadas. Los granos de polen del género *Eucommiidites* (Eucommiaceae), están representados desde el Cretácico Temprano (Staplin *et al.*, 1967) y comienzan a ser comunes en el Eoceno (Krutzsch, 1970 *In*: Muller 1981). Durante el Eoceno y Oligoceno de los

reportes de *Eucommia* son más numerosos para Norte América que para Europa, lo que puede estar reflejando la influencia directa de la flora de EUA a nuestro país o por lo menos la fuerte relación entre sus floras. En varias secciones de la cuenca Tepexi-Coatzingo se recuperaron estos granos de polen, además de que existen también reportes de macrorrestos (Magallón-Puebla 1994). Este género evidentemente apoya la edad Paleógena de la cuenca. Una familia que destaca por su diversidad y por la importancia estratigráfica de sus taxa es la Juglandaceae que ha tenido un extenso registro en cuanto a micro y macro fósiles. Normapolles es el nombre que hace alusión a un grupo de plantas extinto, con afinidad a la familia Juglandaceae. Normapolles además es el nombre de una provincia florística que se propone existió en el noreste de México (Martínez *et al.*, 1996). El grupo *Normapolles* fue característico del este de Norte América y oeste de Europa durante el Cretácico y el Paleógeno de ahí su importancia en los sedimentos de la cuenca Tepexi-Coatzingo y sobre todo en la sección Flamenco, hecho que pone en manifiesto la antigüedad de las calizas donde fueron encontradas las huellas de pisadas de mamíferos y el flamenco fósiles, de edad Plio-Pleistoceno (Applegate, 1987). Un taxa considerado cronoestratigráficamente significativo es el género *Basiopollis* (reportado en sedimentos del Paleoceno al Eoceno de Alemania), perteneciente al complejo Normapolles. De acuerdo con Hochuli 1981 (*In*: Sims, 1991), el alcance geológico de todo el complejo, llega hasta el Oligoceno Temprano, mientras *Basiopollis* está más limitado en su distribución temporal (del Paleoceno al Eoceno). El grupo Normapolles evidencia de acuerdo a la literatura, una edad muy antigua en los estratos sedimentarios de Tepexi de Rodríguez, lo que debe tomarse en cuenta dada la posición estratigráfica de la Formación Pie de Vaca. Por otro lado, el complejo Momipites data del Paleoceno al Mioceno, no obstante, algunas especies se reportan muy restringidas en cuanto al tiempo geológico. En los conjuntos de Tepexi-Coatzingo se han encontrado a la fecha cuatro especies del género *Momipites* (*M. coryloides*, *M. microcoryphaeus*, *M. triorbicularis* y *M. triradiatus*), la determinación de las especies, permiten realizar inferencias más finas en la delimitación de la edad de la cuenca. Palinoestratigráficamente *Momipites* es un grupo que caracteriza estratos en algunas unidades litológicas de Estados Unidos de Norte América como el grupo Jackson (Eoceno Tardío), que se identifica por la presencia de *Momipites*. (Elsik,

1978), también ha reportado al grupo Momipites en la Formación Claiborne (Eoceno Medio a Tardío), complejo que fue más diverso durante el Eoceno Medio (Dilcher *et al.*, 1976). *Momipites triradiatus* se ha reportado para el Eoceno Medio de la Formación Green River en Wyoming, EUA, dicha especie se reconoció en el conjunto estudiado en este trabajo y refuerza la edad Paleógena de la misma. Por otro lado, *Momipites microcorypheus* de acuerdo con varios autores, caracteriza estratos eocénicos. Resumiendo, el grupo Momipites fue común durante el Eoceno Tardío y Oligoceno de Estados Unidos de Norteamérica y en México se encuentra bien estimado para el Eoceno Tardío de Nuevo León y Tamaulipas (Martínez *et al.*, 1980).

Platycarya perteneciente a la familia Juglandaceae, cuyo género fósil en Norte América se limita a una edad que abarca del Eoceno Temprano al Eoceno Medio, se encuentra presente en las secciones Flamenco y Puente en el municipio de Tepexi de Rodríguez.

En algunos conjuntos fósiles bien estudiados palinológicamente se han encontrado granos de polen del grupo Momipites así como los géneros *Caryapollenites* y *Platycarya* (juglandáceas), reportados en América del Norte en el Eoceno Temprano (Graham, 1993). En Norte América se ha definido una zonación para el Paleoceno-Eoceno más temprano del oeste interior de los Estados Unidos de América (Nichols y Ott, 1978), esta zonación se basa en secciones estratigráficas de Wyoming, particularmente con los intervalos de las especies de *Momipites* y *Caryapollenites*. Llama la atención el hecho de que en la sección Flamenco, se recuperaron taxa de gran importancia en la cronoestratigrafía y que sustentan invariablemente una edad Paleógena. Tal es el caso de la presencia de *Carya*, *Momipites*, *Normapolles* y *Platycarya*, que refuerzan una edad más antigua que la previamente estimada con base en las huellas impresas en las calizas de Tepexi. Otro taxa de importancia estratigráfica es *Ulmipollenites*, que pudiera estar representando a la forma-género *Cedrelospermum* y, que con base en estudios morfológicos se considera perteneció a la familia Ulmaceae. *Cedrelospermum* probablemente produjo los tipos polínicos conocidos como *Ulmus* o *Zelkova*. Podríamos pensar que, *Cedrelospermum* podría estar representado poliónicamente en la cuenca Tepexi-Coatzingo, pues sus macrofósiles fueron reportados (Magallón-Puebla, 1994). Dicho género, estuvo

presente en América del Norte, los frutos fósiles de *Cedrelospermum* datan del Eoceno Medio al Tardío en América del Norte, mientras en Europa, del Eoceno Tardío al Mioceno Medio. Además de su importancia cronoestratigráfica, ésta forma-género robustece el concepto de una conexión terrestre entre América del Norte y Europa (Manchester, 1987b). Se han reportado macrorrestos de *Cedrelospermum* en la localidad Ahuehuetes (Magallón-Puebla, 1994) y en varias secciones de la cuenca Tepexi-Coatzingo se ha reconocido el género *Ulmus* que morfológicamente es muy similar a los granos de *Cedrelospermum*, lo que dificulta discernirlos, sin embargo, no podemos descartar la posibilidad de que *Cedrelospermum* también esté presente en el conjunto polínico fósil. Se observaron también, taxa que no son muy restringidos en el tiempo geológico como *Quercoidites*, *Cupuliferoideaepollenites/Cupuliferoipollenites* pero que parecen ser componentes comunes en floras del Paleógeno.

		P a l e ó g e n o		
		Paleoceno 65 a 54.8 m.a.	Eoceno 54.8 a 33.7 m.a.	Oligoceno 33.7 a 23.8 m.a.
Familia	Género o especie			
Restionaceae	<i>Aglaoreidia cyclops</i>		_____	—
Restionaceae	<i>Aglaoreidia pristina</i>		_____	
Eucommiaceae	<i>Eucommiidites</i>	-----	_____	_____
Juglandaceae	<i>Basopollis</i>	_____	_____	
Juglandaceae	<i>Momipites triradiatus</i>		_____	
Juglandaceae	<i>Juglans / Pterocarya</i>		_____	_____
Juglandaceae	<i>Normapolles</i>	_____	_____	—
Juglandaceae	<i>Platycarya</i>		_____	
Ulmaceae	<i>Cedrelospermum</i>		_____	

Figura 17. Palinoestratigrafía de la cuenca Tepexi-Coatzingo.

La presencia del género índice *Aglaoreidia*, el reconocimiento de sus especies, la muy probable presencia de polen de *Cedrelospermum* (recuperado como macrorresto en la zona), *Momipites triradiatus*, *Platycarya* y el género *Basiopollis* del grupo Normapolles son muy significativos en la asignación cronológica de los sedimentos.

Las secciones litológicas de la cuenca Tepexi-Coatzingo corresponden a la era Cenozoica edad Paleógena. Tomando en cuenta la importancia del género

Aglaoreidia como indicador fósil, podemos decir que la edad del depósito se llevó a cabo entre el Eoceno y el Oligoceno Temprano. Fig. 15.

5.2 CARÁCTER LOCAL Y REGIONAL DE LOS CONJUNTOS POLÍNICOS

El análisis de los elementos polínicos recuperados en las rocas extraídas de una cuenca sedimentaria ofrece un panorama muy amplio acerca de las plantas que se desarrollaban tanto próximas como distantes a la cuenca.

La ventaja de esta magna recuperación es la visión panorámica de los grupos de plantas presentes en un momento dado de la historia geológica.

La distancia que recorrieron los granos de polen desde la planta en su ambiente original y su destino (la cuenca de depósito), se estima por el tipo de polinización de las plantas que actualmente representan a los granos de polen fósiles.

La polinización puede producirse de varias maneras, sin embargo, dos de las más importantes son la anemofilia y la entomofilia. Como la polinización mediante el viento es menos eficiente que la realizada por insectos y depende más del azar, se compensa con una mayor producción de polen, por ejemplo, se estima que una hectárea de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) produce anualmente entre 10 y 80 kilogramos de polen que puede viajar miles de kilómetros. Según estudios de polen actual, en determinadas condiciones atmosféricas, los granos de polen de plantas africanas por ejemplo, llegan hasta España y Francia. (In: <http://www.boreas.org/articulos/polen.htm>).

De manera semejante, los granos de polen de las gramíneas y géneros como *Betula* y *Quercus* se dispersan varios kilómetros con respecto a su lugar de origen. Según algunos estudios el transporte alcanza hasta 1700 kilómetros mar adentro, pues además del viento, la presencia de masas de aire y el acarreo por agua son excelentes medios de transporte, aunque no todos los granos pueden siempre llegar tan lejos. Una larga distancia en el acarreo, involucra una gran oportunidad de que los taxa sean seleccionados y finalmente, ofrecen un panorama más amplio acerca de la representación regional.

Además de las estrategias de polinización, la dispersión del polen también obedece a factores múltiples entre los que pueden citarse las condiciones meteorológicas, temperatura, humedad ambiental, dirección e intensidad del

viento en la región y factores topográficos.

Así, una gran cantidad de polen y su dispersión anemófila indica que las plantas son los elementos alóctonos, acarrados desde su sitio de origen hasta la cuenca de depósito, dicho de otra manera, la flora acarreada, regional o más alejada de la cuenca.

En contraste con la mayoría de las coníferas, el polen de plantas como por ejemplo *Tilia*, dispersa su polen cuando la velocidad del viento es baja (lo que interviene directamente en una dispersión muy pobre), lo que permite inferir una representación más local. Lo mismo sucede con algunos taxa acuáticos y con la mayoría de las hierbas.

La vegetación regional se ha visto reforzada con el reconocimiento de megafósiles de plantas (hojas, frutos, flores y semillas) en la localidad Ahuehuetes (Ramírez y Cevallos, 2000) que se han reconocido familias y géneros que permiten inferir la flora más local.

Apoyada fuertemente con los macrorrestos recuperados en la localidad Ahuehuetes, se ha deducido que cerca de la cuenca floreció una comunidad parecida a un matorral xerófilo (Ramírez y Cevallos, 2002), donde coexistieron las siguientes familias y géneros: Anacardiaceae (*Haplorhus*, *Pistacia*, *Pseudosmodium*, *Rhus*); Berberidaceae (*Berberis*, *Mahonia*); Leguminosae (*Lysiloma*, *Mimosa*, *Prosopis*, *Reinweberia*, *Sophora*); Meliaceae (*Cedrela*, *Guarea*); Rhamnaceae (*Karwinskia*, *Karwinskia/Ziziphus*); Rosaceae (*Cercocarpus*, *Fallugia*, *Sorbus*, *Vauquelinia*).

Los granos de polen que refuerzan la presencia de un matorral xerófilo son: *Acacia*, *Agave*, *Bursera*, *Cordia*, *Dalea*, *Ephedra*, *Juniperus*, *Quercus*., polen de la familia Anacardiaceae, Convolvulaceae, Cyperaceae, Leguminosae, Liliaceae, Scrophulariaceae y Solanaceae.

Los elementos citados, de acuerdo a Rzedowski 1978, representan en nuestros días un bosque tropical caducifolio.

Se puede suponer que la comunidad que floreció más cercana a la cuenca de depósito fue un matorral xerófilo, un chaparral o un bosque tropical seco (como se discute también en el trabajo de Ramírez *et al.*, 2000) y los elementos de bosque de coníferas y de bosque mesófilo se debieron al acarreo del material. La

recuperación de macrorrestos corresponde en su mayoría a elementos de las actuales zonas áridas de México y zonas de disturbio.

5.3 POSIBLES COMUNIDADES VEGETALES REPRESENTADAS POR EL CONJUNTO POLÍNICO

Ciertas plantas tienden a crecer juntas como los *Quercus*, *Picea* y *Abies* es por ello que uno se atreve a proponer comunidades pasadas. Entendiéndose como comunidad vegetal, un grupo de plantas que ocupan un habitat en particular, en un sitio específico (Cronquist, 1980).

El conjunto polínico recuperado en la cuenca Tepexi-Coatzingo permite suponer la existencia de asociaciones vegetales que se desarrollaban en la región que en la actualidad conocemos como la Mixteca Poblana.

Es difícil concebir la distribución especial de las plantas en tiempos pasados, pero es interesante pensar si las comunidades actuales se han preservado desde el Cenozoico, qué elementos las conformaban, qué elementos se han perdido. ¿Es posible que las comunidades actuales sean parecidas a las pasadas?

Aunque no sabremos de manera absoluta cómo fueron las comunidades representadas por los granos de polen fósiles, tampoco podemos pensar que todas las plantas estaban floreciendo ahí juntas sin alguna disposición espacial aparente (o sin ninguna adaptación ecológica).

El conjunto de plantas expresado por el polen recuperado en las secciones de la cuenca Tepexi-Coatzingo es tan diverso que permite considerar que existieron diferentes comunidades vegetales circundando a la cuenca de depósito.

Al tratar de pensar en cómo eran las comunidades del Cenozoico de Tepexi-Coatzingo hay que partir de la idea de que unos taxa pueden dispersarse más que otros, que la altitud de la zona de estudio actualmente no excede los 2000 metros sobre el nivel del mar, que las montañas más altas que se encontraban en México cercanas a la zona de estudio fueron la Sierra Madre Oriental y la del Sur, que muy probablemente albergaron plantas cuyo polen fue dispersado por el viento en los sedimentos que competen a este estudio.

Con base en el conjunto polínico, se propone la existencia de diferentes comunidades vegetales que por sus elementos florales, se asemejan a

asociaciones actuales; ésto no implica que se trate exactamente de las mismas agrupaciones, ni de las mismas condiciones ambientales, pero si puede pensarse que las comunidades actuales derivaron directamente de sus ancestros, tal como lo han sustentado autores como Coney, 1920 y Axelrod, 1975, sugiriendo que ciertos patrones florísticos, ecológicos y morfológicos actuales de nuestro país son respuesta a una tendencia paleoclimática de aridez (Axelrod, 1958).

Para realizar estas deducciones, también podemos pensar en taxa que invariablemente se han recuperado en un medio específico, en una asociación específica; ya sea actualmente o en el registro fósil. Los taxa cuyas asociaciones (como los fósiles de *Pinus* y *Quercus*) poco han variado en el tiempo geológico, según el registro fósil y, facilitan el entendimiento de las posibles comunidades que prevalecieron en los alrededores de la cuenca Cenozoica Tepexi-Coatzingo.

Hablar de comunidades vegetales se torna muy difícil por que la vegetación está delimitada por múltiples factores como el clima, el suelo, geología de la zona, la ecología de cada planta y otros factores. Otro problema al que nos enfrentamos es el nivel jerárquico al que se identifican los palinomorfos, la mayoría de las veces sólo es posible ubicarlos en una familia, menos veces en un género y así paulatinamente al grado que difícilmente pueden reconocerse las especies. Sin embargo; la recuperación de varias formas fósiles comparadas con sus representantes actuales permite recrear posibles comunidades vegetales que se desarrollaban en el momento del depósito.

Los granos de polen recuperados en la cuenca Tepexi-Coatzingo y relacionados con los taxa actuales como *Pinus* y *Quercus*, indican que probablemente existió una comunidad parecida al actual Bosque mixto de Pino-Encino (*Pinus-Quercus*).

Estos bosques son frecuentes en México y parecen representar una comunidad persistente. Tanto los bosques de pino como los de encino, son los más característicos de las regiones montañosas de este país. En este tipo de comunidad prevalece un clima de templado a frío y semihúmedo, aunque los bosques únicamente de pino o encino o ambos, pueden propagarse hacia climas semiáridos y húmedos donde son más restrictivas las condiciones edáficas.

El espacio altitudinal conocido de los bosques de pino-encino en México de manera general se encuentran entre los 1500 y 3000 metros sobre el nivel del

mar y no sabemos con certeza en la altitud en la que se distribuyeron en el pasado remoto, tampoco sabemos si ésta comunidad se ha ido adaptando paulatinamente a mayores altitudes y en consecuencia, probablemente a temperaturas menores. Lo que es verdad en nuestros días es que estos bosques son comunes en regiones húmedas y templadas o aunque templadas, pueden ser un poco más secas.

El bosque mixto de Pino-Encino, básicamente se desarrolla en zonas de declive, se ha encontrado en asociación con gramíneas (presentes en el conjunto polínico de la cuenca Tepexi-Coatzingo) donde llegan a formar zacatonales. También en estos bosques se ha descrito la presencia de hierbas como las labiadas, liliáceas y onagráceas presentes también en el conjunto polínico de Tepexi-Coatzingo.

Dependiendo de los factores ambientales o de la historia de la comunidad, pueden predominar los pinos sobre los encinos o viceversa (Rzedowski, 1978). En sitios muy especiales se desarrollan bosques de pino o encino solamente pero es más común encontrar comunidades con diversas asociaciones junto con los pinos y encinos. En el caso de las secciones de observadas, podría decirse que los pinos son más abundantes, pero es difícil afirmarlo. Lo que sí se distinguió es que los pinos están representados en todas las localidades pero también, los granos de polen de pino pueden desplazarse cientos de kilómetros y la producción de polen es muy cuantiosa.

En términos de composición florística, los taxa reportados en este trabajo sugieren la probable existencia de la comunidad chaparral, con elementos como *Quercus*, *Rhus*, *Juniperus*, *Abies*, *Populus*, *Salix*, *Ilex* algunos arbustos como *Acacia*, *Fuchsia*, *Holodiscus*, *Mimosa*, *Berberis*, *Ephedra*, *Salvia*, *Solanum*, *Dalea* (representados en el conjunto polínico de la cuenca Tepexi-Coatzingo). Esta asociación vegetal comúnmente compuesta por arbustos esclerófilos siempre verdes presentes en un clima tropical mediterráneo (a excepción del chaparral de México o Mexical, en clima no mediterráneo (Valiente *et al.*, 1998)), se distribuye en altitudes de entre los 1700 y 2800 msnm, ocupando una posición intermedia entre bosques de pino encino y comunidades xerófilas (Valiente *et al.*, 1998). Hoy día el mexical (chaparral de México), se distribuye sobre las partes secas de las cadenas montañosas por la sombra orográfica en las Sierras Madres, en el cinturón volcánico y en las montañas de Oaxaca, en la mayoría de los casos en el

límite altitudinal del clásico chaparral donde diferentes tipos de vegetación como matorrales xerófilos también son encontrados, aunque en la cuenca del Balsas hoy día se ha observado el chaparral a unos 600 metros de altitud sobre el nivel del mar (Valiente 2004 comunicación personal). Una de las contribuciones más relevantes y sin embargo subestimadas dentro de la caracterización de los chaparrales en el mundo ha sido la evidencia paleobotánica. Se reconoce que un número significativo de los géneros de chaparral se encuentran presentes desde floras terciarias y en la mayoría de los casos, las especies vivientes son muy similares a las fósiles (Valiente *et al.*, 1998). La evidencia palinológica mostrada en este trabajo es concordante con estudios previos que indican la presencia de diversos géneros presentes en el conjunto polínico de la cuenca Tepexi-Coatzingo y que son representativos de las comunidades de chaparral. La presencia de la vegetación esclerófila siempre verde bajo un clima tropical con lluvias de verano en México es la evidencia más contundente respecto a que esta comunidad es relictual de la geoflora Madroterciaria (Valiente *et al.*, 1998).

La presencia polínica de las familias Compositae, Bromeliaceae, Dioscoraceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Leguminosae, los géneros *Abies*, *Acer*, *Alchornea*, *Alnus*, *Acacia*, *Bursera*, *Carya*, *Celtis*, *Cyperus*, *Fuchsia*, *Gunnera*, *Juglans*, *Hedyosmum*, *Ilex*, *Liquidambar*, *Momipites*, *Pinus*, *Podocarpus*, *Quercus*, *Sabal*, *Tilia*, *Typha*, *Ulmus*; además de pteridofitas como los actuales *Lycopodium*, *Selaginella* y Cyatheaceae; permiten reconstruir la existencia de una comunidad parecida al actual Bosque mesófilo de montaña: (que probablemente se desarrolló en una altitud entre los bosques de coníferas y el bosque tropical caducifolio o muy probablemente estuvo presente en cañadas y fuera de ellas, tenían lugar los bosques de pino-encino, actualmente los bosques mesófilos en México, se distribuyen en la Sierra Madre Oriental y de Chiapas, donde prevalece un clima húmedo (sitios más húmedos que el bosque de *Pinus-Quercus*, pero más cálidos que el bosque de *Abies*, lugares más frescos que los bosques tropicales). Dicho bosque puede localizarse a una altitud promedio entre los 1000 metros y los 2700 metros sobre el nivel del mar (Rzedowski, 1978). La distribución de esta comunidad vegetal está más determinada por la humedad que por la altitud y la temperatura oscila entre los 12 y los 23° C y llega a haber heladas en los meses más fríos. En éstos bosques pueden haber de 0 a 4 meses secos, frecuentes

neblinas y siempre una muy alta humedad así como baja luminosidad; el relieve es accidentado y las laderas de pendiente pronunciada, cañadas protegidas de viento y fuerte insolación. Esta vegetación puede localizarse en ocasiones, a las orillas de arroyos.

También es posible referirnos a la posible presencia del Bosque tropical caducifolio (de acuerdo con Rzedowski, 1978) o bien, una Selva baja caducifolia (Miranda y Hernández, X. 1963). Actualmente dichas comunidades se distribuyen en México, en la vertiente pacífica, cubren grandes extensiones casi sin interrupción desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua hasta Chiapas y continúan a Centro América (Rzedowski, 1978) y desde el sur y suroeste de Tamaulipas, la cuenca del Balsas, la región de la cañada (Puebla-Oaxaca), la depresión central de Chiapas. Estas asociaciones se distribuyen en regiones de clima cálido donde dominan las especies arbóreas que pierden sus hojas en la época seca (5 a 8 meses). Se desarrollan generalmente en temperaturas de los 20 a los 29° C. Los límites altitudinales van de 0 a 1900 metros sobre el nivel del mar (por lo general por debajo de los 1500 metros) y por consiguiente, existe una gran variedad de climas desde los cálidos hasta los templados y desde los húmedos hasta los secos. La altura del bosque tropical caducifolio oscila entre 5 y 15 metros de altura muy frecuentemente entre 8 y 12 metros. Los árboles dominantes en esta época son *Acacia*, *Lysiloma* y *Bursera* reconocidos en el conjunto polínico fósil de la mixteca poblana. También, pueden encontrarse los géneros *Cassia*, *Caesalpinia*, *Celtis*, *Cordia*, *Karwinskia*, *Pseudosmodingium* y *Ziziphus* restringidos a una altitud menor a los 300 metros y que se encuentran fosilizados en los sedimentos de la cuenca ya sea como granos de polen o como macrorrestos. También son comunes las epífitas de tipo xerófilo sobre todo del género *Tillandsia* (Bromeliaceae), recuperado también en los estratos cenozoicos de Puebla. La familia leguminosa destaca en el bosque tropical caducifolio, las gramíneas son relativamente abundantes.

Un problema que se presenta en el caso de las comunidades vegetales es que a menudo no están bien delimitadas, por lo complejo mismo de éstas; pues de acuerdo a diferentes autores, las comunidades pasan en forma muy paulatina de uno a otro tipo de vegetación. Por ejemplo, dentro del bosque tropical caducifolio se puede distinguir comunidades que asemejan un matorral xerófilo, un palmar,

un pastizal o un zacatal. Esta disparidad obedece entre otras causas a las diferentes formas de considerar y clasificar las agrupaciones por los botánicos. Este bosque también puede dar cabida a las comunidades riparias de *Populus*, *Ilex*, *Taxodium-Juniperus-Cupressus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Liquidambar* y *Quercus*, cuya distribución geográfica está regida mayormente a hábitats más húmedos.

Con base en los palinomorfos recuperados así como algunos macrorrestos (Ramírez y Cevallos, 2000), se ha propuesto la existencia de un matorral xerófilo, donde proliferaron géneros como *Pseudosmodium* (macrorresto) y *Bursera*. En zonas más bajas muy probablemente existieron elementos espinosos como *Ziziphus* (macrorresto) y diferentes leguminosas. De acuerdo a Miranda 1940, se puede hablar también de la presencia de un “matorral subtropical” cuyas asociaciones representan fases sucesionales de un bosque tropical caducifolio, este tipo de comunidad, se ha reconocido como un bosque espinoso con *Bursera*, *Acacia*, *Opuntia*, *Mimosa* y *Karwinskia*. En el bosque tropical caducifolio actualmente se pueden establecer palmares de *Sabal* spp. donde destacan además, las liliáceas.

Vegetación subacuática, éstas comunidades están ligadas a un medio permanentemente inundado de agua o a suelo con mucha humedad. La mayoría de las plantas acuáticas tienen una distribución geográfica muy amplia. En ocasiones, cubren importantes superficies de áreas pantanosas y lacustres y se encuentran también en orillas de zanjas, canales y remansos de ríos, tanto en lugares de clima cálido, como en algunas montañas templadas. En México, las asociaciones más frecuentes son las dominadas por *Typha* y *Cyperus* ambos géneros, reconocidos en el conjunto polínico de la cuenca Tepexi-Coatzingo. La comunidad vegetal subacuática representada por el conjunto fósil, probablemente fue semejante a los actuales tulares o carrizales, donde el fondo es poco profundo y los cuerpos de agua son de corriente lenta y/o estacionaria, tanto en agua dulce como salobre. Posiblemente en la comunidad subacuática establecida en la cuenca cenozoica Tepexi-Coatzingo, destacó la presencia de los géneros *Aglaoreidia*, *Alchornea*, *Catinipollis*, *Milfordia*, *Potamogeton* y *Typha*; cuyos representantes actuales se limitan a zonas acuáticas. De acuerdo con Fowler 1971, *Aglaoreidia* probablemente representa plantas acuáticas que habitaron zonas de inundación.

Comunidades vegetales

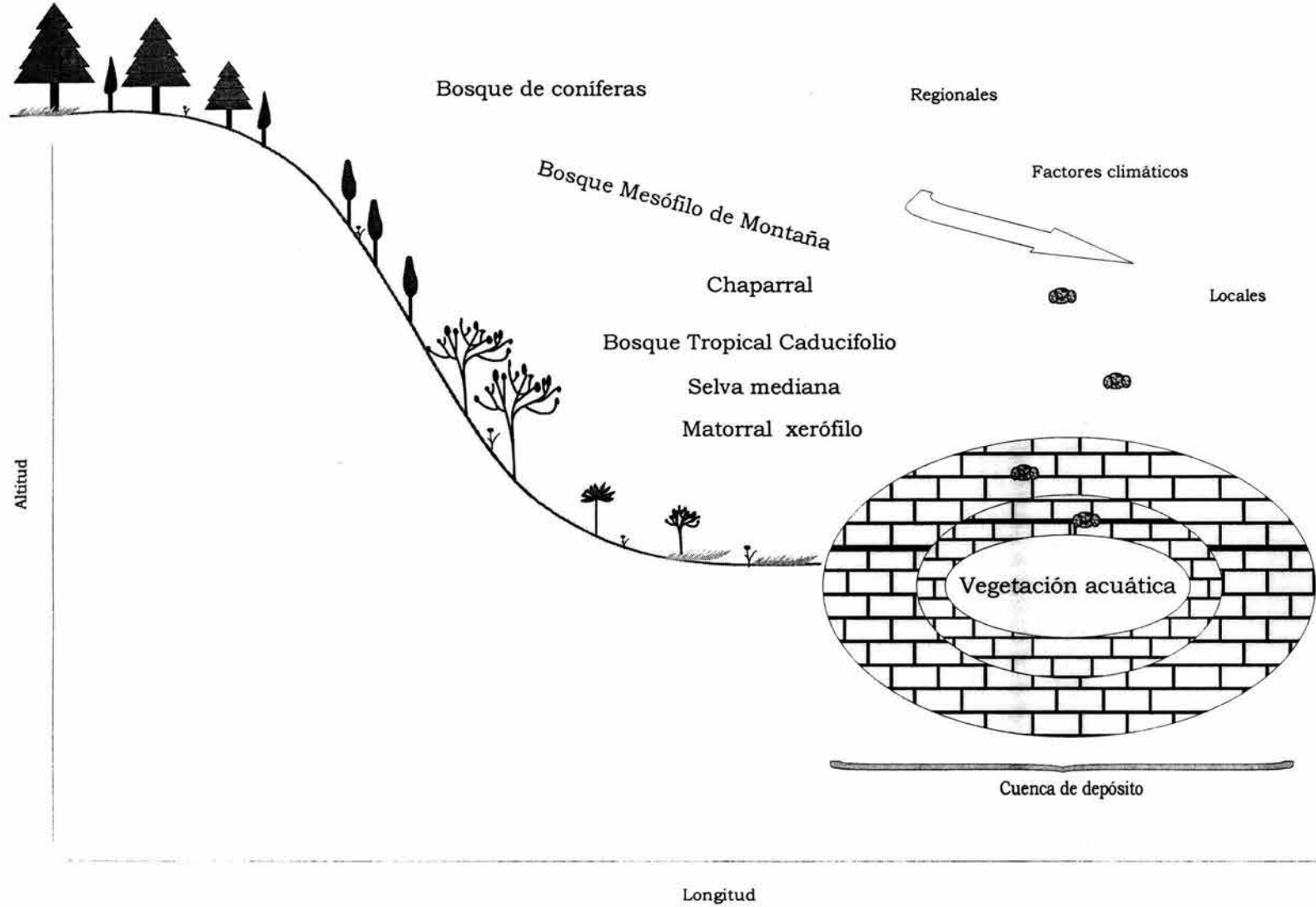


Figura 18. Modelo de los tipos de vegetación recuperados en la cuenca Tepexi-Coatzacoahuaca

5.4 PALEOCLIMA

Se puede decir muy poco con respecto al clima del Cenozoico en México principalmente por los escasos estudios palinológicos. Se recuperaron una mezcla de elementos cuyos representantes vivientes habitan en ambos climas “templado” y “tropical” y cuyos fósiles se han recuperado en floras del Paleógeno.

Aún cuando los granos de polen se identificaron a el nivel más subordinado posible, no podemos tomar como verdad absoluta que esos elementos antiguos son biológicamente equivalentes o con los mismos requerimientos ecológicos que sus representantes actuales. Sin embargo, podemos inferir que el conjunto polínico contiene muchos elementos que son muy restrictivos en cuanto a sus requerimientos como señalan los neobotánicos, es por ello que se atreve uno a inferir acerca del posible clima de la cuenca Tepexi-Coatzingo.

Los intervalos climáticos de los representantes actuales de los microfósiles de plantas recuperados en la cuenca Tepexi-Coatzingo, abarcan desde climas cálidos a fríos pasando por los templados.

Aunque, la mayoría de los taxa presentan intervalos climáticos que se sobrelapan. La vegetación indicada por los granos de polen está dominada por taxa herbáceos y arbustivos que permiten inferir condiciones climáticas templado-cálidas y relativamente áridas.

El conjunto polínico de la cuenca Tepexi-Coatzingo incluye importantes indicadores climáticos como: *Abies*, *Picea*, *Alnus*, *Corylus* y *Pterocarya* todos ellos, elementos comunes en climas templados.

Grupos como *Carya*, *Pinus* y *Podocarpus*, pueden encontrarse en amplios intervalos climáticos, aunque es común que los bosques donde dominan éstos elementos sean desde templados a fríos.

Taxa como *Ulmus*, los granos de polen de la familia Chenopodiaceae o Amaranthaceae, las gramineae, son elementos que pueden encontrarse en intervalos climáticos amplios.

Por otro lado, elementos de la familia Bombacaceae se han registrado únicamente en climas tropicales a subtropicales, al igual que el género *Reevesia*.

Los hongos modernos epifilos son abundantes sobre las hojas anchas de las angiospermas en regiones tropicales y subtropicales del mundo donde llueve con regularidad. Las altas temperaturas son un factor que favorece la rápida

expansión de los hongos junto con la humedad de la lluvia (Ramunujam y Rao, 1973). Las coníferas junto con la presencia de angiospermas sugieren que muy probablemente no hubo nevadas sino un clima con lluvias abundantes, con base en la presencia de taxa que actualmente conocemos como estrictamente tropicales y la presencia de elementos encontrados en climas fríos, podría suponerse que el clima durante el momento del depósito debió ser en general tropical. Además, de acuerdo con el estudio de hojas de la familia Anacardiaceae (Ramírez *et al.*, 2000); interpretan que esas plantas fueron deciduas y se desarrollaron en ambientes con períodos de estacionalidad marcada. Dicha familia se ha recuperado en los análisis palinológicos (Martínez y Ramírez, 1999) de la zona que compete a este trabajo.

Tanto las ephedráceas como las quenopodiáceas son elementos comunes en ambiente costeros o desiertos, generalmente desarrollados sobre suelos salinos sometidos a períodos de desecación (Frederiksen, 1985), (Martín, 1989). Estas características pudieron también prevalecer en la cuenca Tepexi-Coatzingo; el desarrollo de yesos indica condiciones de salinidad superiores a las normales y entre los elementos costeros pudieron desarrollarse las restionáceas o quizá algunas gramíneas acuáticas. Tanto la palinoflora y la litología indican que los cuerpos de depósito contenían agua relativamente salina.

Algunos elementos de la familia Caesalpinaceae (árboles y arbustos tropicales y subtropicales) pueden ser comunes en hábitats costeros.

La presencia y diversidad de angiospermas, en particular las acuáticas como las ciperáceas indican hábitats abiertos donde estas plantas pueden recibir suficiente luz.

Desde el punto de vista climático, la asociación polínica sugiere condiciones ambientales cálidas (Cálido, temperatura media anual mayor de 22°C de acuerdo con García, E. 1964) y moderadamente áridas rodeando al paleolago Cenozoico de Tepexi-Coatzingo quizá como los actuales climas de la región Awo (w) cálido subhúmedo con lluvias en verano ó A(C)Wo (W) semicálido subhúmedo con lluvias en verano (Secretaría de gobernación y gobierno del estado de Puebla, 1998).

5.5 AMBIENTE SEDIMENTARIO

Las características sedimentológicas de las secciones indican la existencia de un sistema lacustre. La representación de algas de agua dulce, la abundancia de angiospermas acuáticas así como de las ciperáceas (en secciones previamente estudiadas), los acritarcas y la presencia de polen que indica una vegetación de características litorales apoyan el desarrollo de cuerpos de agua.

El ambiente de depósito en la cuenca Tepexi-Coatzingo, corresponde a un cuerpo de agua dulce a salobre, indicado por la presencia y abundancia de algas (*Botryococcus*, *Debarya*, *Ovoidites*, *Pediastrum*), esporas parecidas a las selaginelas y polipodiáceas actuales y granos de polen de los géneros afines a hierbas costeras (*Armeria*, *Catinipollis*, *Cyperus*, *Potamogeton*, *Typha* y la presencia de *Aglaoreidia*).

Desde el punto de vista ambiental, el género *Botryococcus* sugiere claramente que el depósito se llevó a cabo en agua dulce a salobre (Batten 1982a; Piaseck 1986; Williams 1992 In: Batten 1996). Porque generalmente *Botryococcus* vive en cuerpos de agua dulce, charcas temporales, pozas y lagos; donde pueden formar una superficie gruesa. Las condiciones favorables para su proliferación son las aguas quietas, en cuanto a la salinidad, pueden recuperarse en ambiente salobres.

En sedimentos antiguos y modernos es posible encontrar asociaciones de *Botryococcus* y *Pediastrum*, dicha agrupación puede tener implicaciones ecológicas aunque las especies modernas del género *Pediastrum* son predominantemente estenohalinas (son menos tolerantes a incrementos en salinidad si se compara con *Botryococcus* que es eurihalino). Además, el primero requiere más nutrientes y condiciones alcalinas (Reynolds y Allen, 1968; Swale 1968; Nielsen y Sorensen, 1992; Zippi *et al.*, 1992). *Botryococcus* además, sugiere cuerpos de agua someros en áreas de precipitación escasa (Guy Ohlson, 1992).

Pediastrum puede ser considerado un taxa típicamente de charcas de agua dulce, ríos o riberas de baja energía.

La presencia de algas Zygnemataceae hacen posible inferir que el depósito se llevó a cabo en agua dulce o al menos influenciado por ésta, dichos organismos actualmente, sólo se encuentran flotando en el agua o en suelos muy húmedos

(Batten, 1996), pudieron vivir cerca de un borde de lago, además de posibles charcas o quizá algún afluente.

(Krutzsch, 1961), considera al género *Ovoidites* como parte del plancton de aguas dulces.

Sin lugar a duda el depósito tuvo lugar en ambiente lacustre de agua dulce a salobre, tal como lo habían sugerido autores como Martínez *et al.*, 1986, que reportan la abundancia del género *Pediastrum* reforzando la idea de que los sedimentos indican un ambiente lacustre. Posteriormente, Martínez y Ramírez en 1999, reportan también el género *Debarya* aportando así, mayor evidencia que fortifica el origen lacustre de la cuenca.

En cuanto a la presencia y extraordinaria diversidad de esporas de hongos en las secciones pertenecientes a la cuenca Tepexi-Coatzingo puede decirse que algunos autores relacionan este hecho con la existencia del hábitat marginal de una cuenca lacustre.

Aunque no existe una documentación satisfactoria acerca de la presencia y distribución de esporas de hongos en sedimentos, las fungosporas parecen estar relacionadas al menos en parte, con la abundancia de plantas, además, podrían representar pantanos; un ambiente fluvial-lacustre, lagunal, deltaico o de línea de costa (Muller, 1959; Cross *et al.*, 1966; Dickinson *et al.*, 1974; Given *et al.*, 1983; Traverse, 1992; Oboh, 1992 a, b; Waveren, 1993 *In*: Batten 1996). Muy probablemente, las esporas de hongos representan organismos terrestres que atacaron a madera o detritos de hojas que comúnmente se acumulan en las orillas de cuerpos de agua.

Dentro de las esporas destacan en las diferentes secciones la presencia de Polypodiaceae y Pteridaceae; cuando estos taxa son abundantes, pueden sugerir el desarrollo de hábitats predominantemente húmedos.

Aunado a la presencia de los taxa anteriormente mencionados, cabe citar la presencia de algunos granos de polen que en la actualidad representan plantas acuáticas como las pontederiáceas, cyperáceas, tiliáceas y las potamogetonáceas (todas estas de agua dulce).

El género *Typha* puede encontrarse en hábitats dulceacuícolas como lagos, lagunas, canales, ríos, charcas temporales, presas, arroyos y otros sitios inundables, al igual que *Potamogeton*.

Otras plantas como las palmas o las liliáceas es posible encontrarlas cerca o en planicies de inundación. En un estudio de estratos de carbón del Eoceno Tardío de Alemania (Pflug, 1957) encontró al género *Ilex* y consideró que el polen provino de árboles que vivían a orillas de un lago; posteriormente, Van der Hammen en 1963, encontró un número significativo de granos del mismo género en sus muestras de British Guiana, sugiriendo que dichos palinomorfos provenían de zonas pantanosas. En la actualidad *Ilex* puede ser considerado como un indicador de ambiente muy húmedo.

La cuenca Tepexi-Coatzingo muy probablemente fue más salina en las orillas donde la tasa de evaporación era más alta, lo que permitió la formación de las calizas, donde se preservaron las huellas de la localidad Pie de Vaca (Foto 1), dichas huellas, evidencian que los mamíferos se abastecían de agua en las partes más someras. Destaca también la evidencia fósil de un flamenco (Foto 2), aves de las que se sabe, habitan en cuerpos de agua en franjas costeras. En Yucatán, hoy día por ejemplo, es posible observar a los flamencos rosados (*Phoenicopterus ruber ruber*) en charcas con un índice alto de salinidad en las que se reproduce naturalmente la *Artemia salina* y otras especies que forman parte de la dieta del flamenco.

Aunado a la evidencia palinológica, la zona de estudio se encuentra asociada a rocas sedimentarias continentales de ambiente lacustre tal como lo propusieron inicialmente (Fries, 1960), (Fernández, 1985) y lo confirman (Martínez *et al.*, 1986, 1996 y 1999). Las condiciones de energía seguramente fueron bajas de acuerdo con la litología lo que permitió la recuperación de los fósiles y buena preservación de palinomorfos fósiles.

La litología de la cuenca sedimentaria en conjunto con los microfósiles (palinomorfos), demuestran una vegetación terrestre diversa en un paisaje que estuvo formado por un lago de agua dulce a salobre con posibles afluentes de agua dulce como puede inferirse por la presencia de algunos taxa riparios.

Todos los elementos anteriormente mencionados, refuerzan la existencia de un depósito lacustre.

5.6 SUMARIO CONJUNTO PALINOLÓGICOS

Con base en los datos de los taxa recuperados en once secciones pertenecientes a los municipios de Tepexi de Rodríguez, Zacapala, Coatzingo y Cuayuca de Andrade (Resultados de los trabajos de Martínez y Ramírez, 1999; Carranza 2001 y en el presente trabajo), se propone que los conjuntos palinológicos representan diferentes comunidades distribuidas a lo largo de un gradiente altitudinal y distribuidas a la periferia de la cuenca siendo algunas de carácter más local y otras regionales.

Los datos inferidos por todo el conjunto polínico, sugieren que la elevación de las montañas más altas que suministraron de polen a la cuenca de depósito Tepexi-Coatzingo, midieron unos 3000 metros y que estuvieron habitadas principalmente por coníferas básicamente registradas en el oeste Americano como *Abies*, *Picea* y *Pinus*, las asociaciones comunes incluyeron quizá taxa como *Alnus*, *Populus*, *Quercus* y *Ulmus*, que representan actualmente plantas de climas fríos. Las comunidades que forman los taxa mencionados, presumiblemente fueron frías todo el año. Es posible que hayan existido colinas con clima templado donde vivieron elementos como los que actualmente se encuentran en los bosques mesófilos, plantas como *Quercus*, *Salix* y coníferas sugieren que las temperaturas en esas comunidades fueron cálidas en verano y frías en invierno.

5.7 SIMILITUD ENTRE LAS SECCIONES ESTUDIADAS POLÍNICAMENTE EN LA CUENCA

Observando la matriz básica de datos (Ver anexo Tabla 12), sabemos que Punto Triple es la sección más diversa en cuanto al número de taxa (polen) (donde se recuperaron 47 taxa), en orden descendente se encuentra Puente Atoyac (44 taxa), Ahuehuetes (40), Chigmecatitlán (39), Flamenco (25), Zacapala (17), Puente (15), Techcale Blanco (14), Cerro Pelón (12), Zaragoza (9) y Tronco (8).

Similitud (Jaccard)/11 secciones/r=0.78700

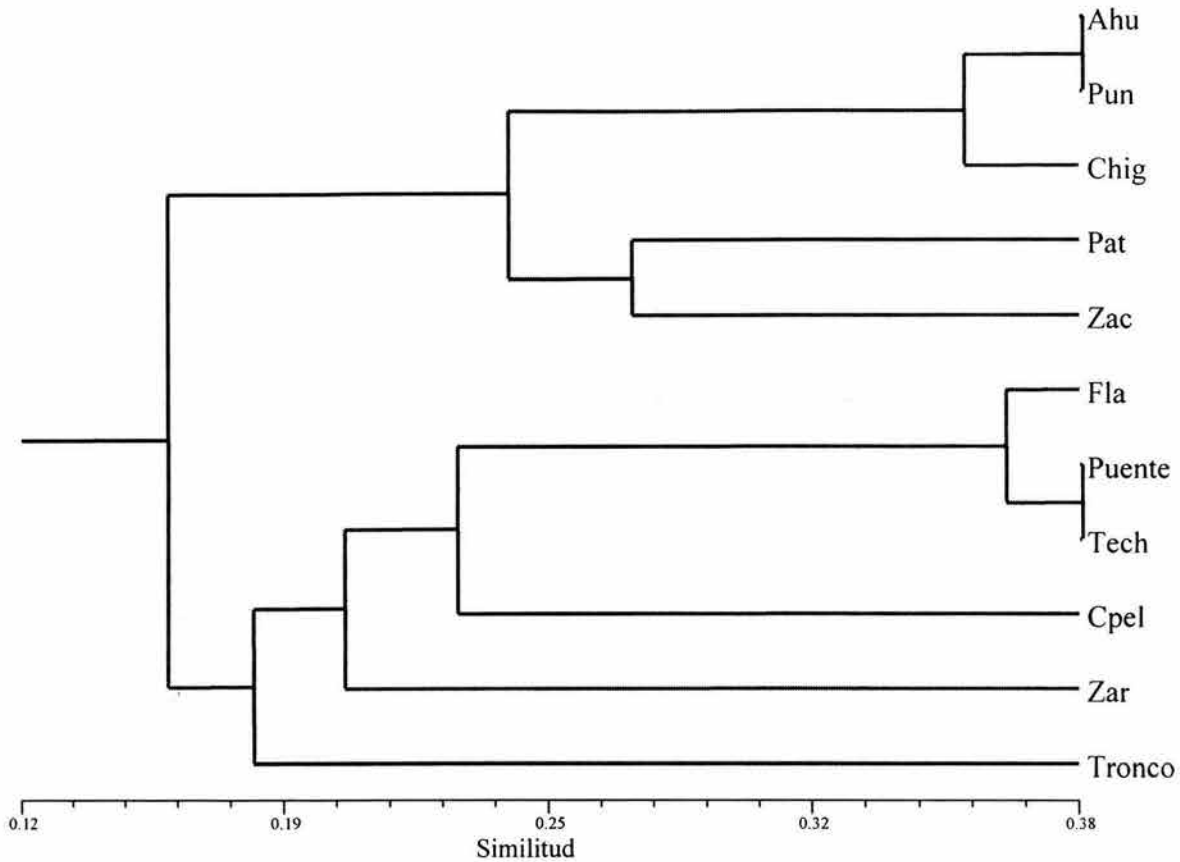


Figura 19. Fenograma de similitud por el análisis de Jaccard.

El fenograma muestra dos grandes subgrupos que dividen *grosso modo* por un lado a las secciones donde se recuperó un mayor número de taxa (Ahuehuetes, Punto Triple, Chigmecatitlán, Puente Atoyac y Zacapala, a excepción de ésta última), de las secciones con menor número de éstos (Flamenco, Puente, Techcale, Cerro Pelón, Zaragoza y Tronco).

El subgrupo que contiene las secciones con mayor diversidad posee a su vez dos subgrupos, uno de los cuales separa las secciones Ahuehuetes, Punto Triple y Chigmecatitlán (todas ellas pertenecen a la zona noreste de la cuenca y al municipio de Tepexi de Rodríguez). (Ahuehuetes y Punto Triple son las secciones más similares y comparten 24 taxa. Ahuehutes, Punto Triple y Chigmecatitlán comparten 16 taxa). A pesar de que estas secciones poseen taxa en común, algunos elementos fueron recuperados exclusivamente en una sección.

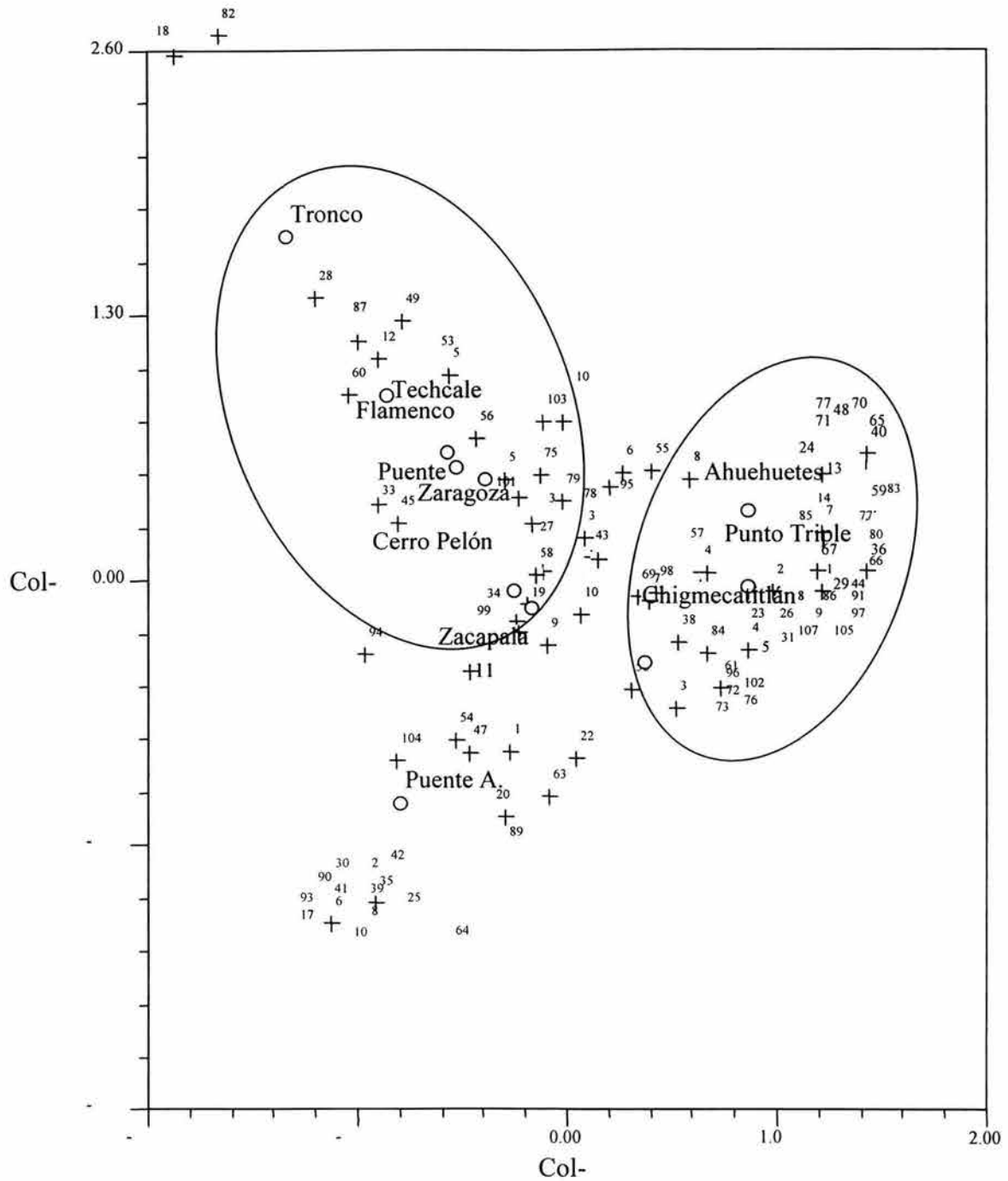


Figura 20. Gráfico que muestra las similitudes entre las diferentes secciones litológicas de la cuenca Tepexi-Coatzingo. Se observan dos grandes grupos cuyas secciones son similares por su contenido polínico. Entre más juntas estén las secciones más similares son.

A continuación se especifican los taxa exclusivos de cada sección.

Ahuehuetes: *Corylus* (Betulaceae), *Castanea* (Castanaceae), *Euphorbia* (Euphorbiaceae), *Meliaceae*, *Fuchsia* (Onagraceae), *Ludwigia* (Onagraceae), *Platanus* (Platanaceae) (Martínez y Ramírez, 1999).

Punto Triple: *Rhabdadenia* (Apocynaceae), *Clethraceae*, *Drosera* (Droseraceae), *Gesneriaceae*, *Dorstenia*, *Dacrydium* (Podocarpaceae), *Portulacaceae*, *Rosaceae*, *Rutaceae*, *Scrophulariaceae* (Martínez y Ramírez, 1999).

Chigmecatitlán: *Sagittaria* (Alismataceae), *Nuxpollenites* (Loranthaceae), *Pandanites* (Pandanaeae), *Abiespollenites* (Pinaceae), *Rugubivesiculites* (Pinaceae), *Sapotaceae*, *Heliocarpus* (Tiliaceae) (Martínez y Ramírez, 1999).

Puente Atoyac: *Annonaceae*, *Cordia* (Boraginaceae), *Cactaceae*, *Cecropia* (Moraceae), *Dioscorea* (Dioscoraceae), *Alchornea* (Euphorbiaceae), *Cupuliferoideaepollenites* (Fagaceae), *Cupuliferoipolenites* (Fagaceae), *Heterocolpites* (Melastomataceae), *Milfordia* (Restioniaceae), *Populus* (Salicaceae), *Sterculiaceae* (Carranza, 2001).

Zacapala: *Hedyosmum* (Chloranthaceae). En este trabajo.

Tronco: *Bromeliaceae*, *Polemoniaceae*. En este trabajo.

Techcale Blanco: *Perfotricolpites* (Convolvulaceae). En este trabajo.

Cerro Pelón: *Dalea* (Leguminosae). En este trabajo.

Se encontró la formación de grupos no muy bien definidos. Se puede decir que el tipo de litología o las diferentes facies de una cuenca de depósito están directamente relacionados con factores de depósito diferencial. Llama la atención que la presencia de algunas plantas como las coníferas (polinizadas por el viento y productoras de grandes cantidades de polen si las comparamos con las plantas entomófilas) se encuentran representadas en la mayoría de las secciones (Tabla 8 ver Anexo). La mayor diversidad taxonómica se encuentra en las secciones del municipio de Tepexi de Rodríguez (Ver la matriz básica de datos en el anexo).

CONCLUSIONES

*Los sedimentos recuperados en la cuenca Tepexi-Coatzingo *sensu* Silva-Romo *et al.*, 2000, en los municipios de Tepexi de Rodríguez, Zacapala, San Pedro Cuayuca de Andrade y Coatzingo, pertenecen al grupo Balsas *sensu* Fries 1960, su edad con base en el conjunto polínico es Paleógena del Eoceno Tardío al Oligoceno como lo indican los granos de polen que representan las especies de *Aglaoreidia cyclops*, *A. pristina*, *Momipites triradiatus* y los géneros *Eucommidites*, *Basopollis*, *Juglanspollenites*, *Pterocarya* y *Platycarya* así como la presencia de esporas de hongos como los géneros *Diadosporites* e *Hypoxylonites* y las especies *Dicellaesporites delitchiapites* e *Inaperturites rotundus* dichos elementos palinológicos fueron contundentes para proponer la edad Cenozoica de la cuenca.

*Por lo anterior, las calizas de la sección Flamenco en el municipio de Tepexi de Rodríguez al igual que todas las secciones mencionadas en este trabajo no son Cuaternarias como se había propuesto con base en los icnofósiles de la localidad Pie de Vaca.

*Los elementos polínicos indican el desarrollo de diferentes comunidades vegetales como los actuales bosques de coníferas, bosques mixtos de pino-encino y bosque mesófilo de montaña cuyos granos de polen posiblemente viajaron de regiones montañosas y se depositaron en la cuenca, y más cercanos a la zona de depósito, prosperaron elementos propios de un bosque tropical caducifolio, chaparral y matorral xerófilo, también se registra la presencia de la vegetación sub-acuática con representación de los géneros *Aglaoreidia*, *Milfordia*, *Alchornea* y *Catinipollis* que presumiblemente fue propia de la cuenca (dulceacuícola a salobre) o proveniente de afluentes dulceacuícolas (flora riparia géneros *Potamogeton* y *Typha*).

*Con base en los tipos de comunidades vegetales se infirió el clima de los alrededores de la cuenca, y se cree que éste fue cálido semejante a los actuales climas de la región de Tepexi-Coatzingo Awo (w) cálido subhúmedo con lluvias en verano ó A(C)Wo (W) semicálido subhúmedo con lluvias en verano.

*Los sedimentos contienen fragmentos fósiles algales claramente de origen lacustre como *Ovoidites*, *Botryococcus* y *Spyrogira* aunado a la ausencia de dinoquistes u otros elementos marinos.

*La presencia de taxa similares en las diferentes secciones estratigráficas estudiadas hasta hoy en la región de Tepexi-Coatzingo, indican una gran similitud, lo que se traduce en que dichos estratos son resultados de un mismo evento geológico y por tanto de la misma edad.

*La presencia y diversidad de las familias Compositae y Graminae destacan por la antigüedad de los sedimentos, por que significa que en México existe uno de los registros más antiguos de dichas familias a nivel mundial.

*Restaría por registrar evidencia descriptiva relacionada con la geología del grupo Balsas a fin de corroborar similitudes que ubiquen más específicamente la condición ancestral de la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- APPLGATE, P. S. 1987. A preliminary study of the Tlayua quarry near Tepexi de Rodriguez, Puebla. *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 1:40-54.
- _____, ESPINOSA, A. L. & 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.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE GEÓLOGOS PETROLEROS. 1957. Excursiones A-9 y C-12. Geología a lo largo de la carretera entre México, D. F. y Acapulco, Guerrero, vía Taxco, Guerrero y Chilpancingo, Guerrero. Geología de los alrededores de Acapulco, Guerrero. Los yacimientos del Ocotito, Guerrero. *Boletín mayo-junio (IX) 5 y 6*. 281 pp.
- ASRAR, M. K. 1991. Palynostratigraphy of U. S. Geological survey-geological survey of Pakistan samples from the Makarwal area. Lithofacies and palynostratigraphy of some Cretaceous and Paleocene rocks, Surghar and Salt Range Coal Fields, Northern Pakistan. Peter D. Warwick, Shahid Javed, S. Tahir A. Mashhadi, Tariq Shakoor, Asrar M. Khan, & A. Latif Khan (Eds.). USGS. <http://pubs.usgs.gov/bul/b2096/appendix3.htm> (Último acceso 12 de enero de 2004)
- AYALA, N. M. 1998. New record of *Aglaoreidia* (Erdtman, 1960) Fowler, 1971 in Mexico. *In: 31st Annual AASP Meeting, October 27-31, 1998; Ensenada, Baja California, Mexico.* http://www.bc.edu/bc_org/associations/aasp/content/abst/AASPabstr.98.html (Último acceso, 12 de enero de 2004).
- _____, ROSALES, L. J., & MARTÍNEZ, H, 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).
- AXELROD, DI. 1958. Evolution of the Madro-Tertiary Geoflora. *Bot. Rev. (Lancaster)* 24: 433--509.
- _____. 1975. Evolution and biogeography of Madean-Tethyan sclerophyll vegetation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 62:280-334.
- BARREDA, D. V., GUTIÉRREZ, R. P., & LIMARINO, O. C. 1998. Edad y paleoambiente de la "Serie del Yeso", Valle del Cura, Provincia de San Juan: Evidencias palinológicas. *Ameghiniana. Rev. Asoc. Paleontol. Buenos Aires, Argentina*, 35(3):321-335.

- BATTEN, D. J. 1981. Stratigraphic, palaeogeographic and evolutionary significance of Late Cretaceous and Early Tertiary Normapolles pollen. *Review of Paleobotany and Palynology*, 35:125-137 pp.
- _____. 1982. Palynofacies and salinity in the Purbeck and Wealden of southern England. *In: Banner, F. T., Lord, A. R. (Eds.), Aspects of Micropalaeontology*. George Allen and Unwin, London, 278-308 pp.
- _____. 1984. Palynology, climate and the development of Late cretaceous floral provinces in the northern hemisphere; a review. *In: P. Brencheleyed (Eds.), Fossils and climate*, 127-164.
- _____. 1996. Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation. Chapter 26A. *In: Jansonius, J. & Mc Gregor. D.C. (ed.), Palynology: Principles and applications; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 3:1011-1064.
- _____ & GRENFELL, H. R. 1996. *Botryococcus*. Chapter 7D. *In: Jansonius, J. & Mc Gregor. D.C. (ed.), Palynology: Principles and applications; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 1:205-214.
- BEHRENSMEYER, K. A., DAMUTH, D. J., DIMICHELE, A. W., POTTS, R., HANS-DIETER S., WING, L. S. 1992. Terrestrial ecosystems through time. Evolutionary paleoecology of terrestrial plants and animals. 568 pp.
- BERTRAND-SARFATI, FREYTET, P. & PLAZIAT, J. C. 1994. Microstructures in Tertiary nonmarine stromatolites (France). Comparison with Proterozoic. *In: J. Bertrand-Sarfati and Monty, C. (eds.) Phanerozoic Stromatolites II. Cenozoic stromatolites in lakes and marine stromatolitic phosphorites*. Kluwer Academic publishers. Netherlands 249 pp.
- BIAGGI, E. R. 1978. Palynology and paleoecology of some Oligo-Miocene sediments from Chiapas, Mexico. Master Science Thesis, Walla College, California, USA, 64 pp. (Inédita)
- 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.
- BRENNER, G. J. 1968. Middle Cretaceous spores and pollen from northeastern Peru. *Pollen et spores*, 10(2):341-383.
- BROWN, W. R. 1962. Paleocene flora of the Rocky Mountains and Great Plains. Geological Survey professional paper. Washington, U. S. Govt. Print. Off., 1961.

- BULLIARD, P. 1791. Histoire des champignons de la France. I. Paris. 368 pp.
- CABALLERO, N. J. 2001. Apuntes de Métodos Fenéticos. Curso de la Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática), Universidad Nacional Autónoma de México).
- CARRANZA, S. C. 2001. Palinoestratigrafía del grupo Balsas. Implicaciones paleoambientales, climáticas y cronoestratigráficas (Municipios de Zacapala y Coatzingo, estado de Puebla). Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Fac. Ciencias. Departamento de Biología. 120 páginas. (Inédita).
- CASANOVA, J. 1994. Stromatolites from East African Rift: A Synopsis *In*: J. Bertrand-Sarfati and Monty, C. (Eds.) Phanerozoic Stromatolites II. Cenozoic stromatolites in lakes and marine stromatolitic phosphorites. Kluwer Academic publishers. Netherlands 249 pp.
- CEVALLOS-FERRIZ, S. R. S. & RAMÍREZ, G. J. L. 1998. Las plantas con flores en el registro fósil. Ciencias. Revista de difusión. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Octubre-Diciembre. 46-57.
- _____ & MARTÍNEZ, H. E. 2000. Palinology and paleobotany of the Pie de Vaca Formation. 112-114 pp. *In*: Avances en investigación. Guide book of the field trips. Mexico city 2000. Annual Meeting. Universidad Nacional Autónoma de México.
- CLARKE, R. T. 1965. Fungal spores from Vermejo Formation coal beds (Upper Cretaceous) of central Colorado. Mountain Geol., 2(2):85-93.
- CLARKE, R. F. A. 1965. Keuper miospores from Worchestershire, England. Palaeontology 8(2):16-28.
- CONGRESO GEOLÓGICO INTERNACIONAL XX SESIÓN MÉXICO. 1956. Excusiones A-4 y C-2. Geología a lo largo de la carretera entre México, D.F., y Taxco, Guerrero, Distrito Minero de Taxco. Visita a un yacimiento de fluorita en rocas del Terciario inferior. Directores: R. Fernández y Spalding, E.
- COOKSON, I. C. 1954. The Cainozoic occurrence of *8* in Australia. Aust. J. Bot. 2:52-59.
- _____ & PIKE, K. M. 1954. Some dicotyledonous pollen types from Cainozoic deposits in the Australian region. Australian Journal Botany, 2:197-219.
- COUPER, R. A. 1953a. Distribution of Proteaceae, Fagaceae and Podocarpaceae in some Southern Hemisphere Cretaceous and Tertiary beds. New Zeland Jour Sci. Technol., Sect. B., 35:247-250.

- _____ . 1953b. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. *New Zeal. Geol. Surv. Palaeontol. Bull.* 22:1-77.
- _____ . 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains –A systematic and stratigraphic study. *Palaeontographica, Abteilung B.*, 103:75-179.
- _____ . 1960. New Zealand Mesozoic and Cainozoic plant microfossils. *New Zealand Geol. Surv., Paleont. Bull.*, 32:1-87.
- _____ , HARRIS, W. K., COOKSON, C. I. & DUGAN, L. S. 1950. Terminology and nomenclature for fossil pollen and spores. *Abstracts Palynological Conference, Bromma.*
- CREPET, W. L., DAGHLIAN, C. F., & ZAVADA, M. 1980. Investigations of Angiosperms from the Eocene of North America: A new Juglandaceous catkin. *Review of Paleobotany and Palynology*, 30: 361-370.
- _____ & DAGHLIAN, P. C. 1982. Euphorbioid inflorescences from the middle Eocene Claiborne Formation. *American Journal of Botany*, 9(2):258-266.
- _____ , DILCHER, D. L., & POTTER, F. W. 1975 Investigations of Angiosperms from the Eocene of North America: A catkin with Juglandaceous affinities. *American Journal of Botany*, 62: 813-823.
- _____ & FELDMAN, 1991. The earliest remains of grasses in the fossil record. *Amer. J. Bot.*, 78:1010-1014.
- _____ & TAYLOR, W. D. 1985. The diversification of the Leguminosae: First fossil evidence of the Mimosoideae and Papilionoideae. *Science*, 228:1087-1094.
- _____ & TAYLOR, W. D. 1986. Primitive mimosoid flowers from the Paleocene-Eocene and their systematic and evolutionary implications. *American Journal of Botany*, 73(4):584-563.
- CRISCI, J. V. & LÓPEZ, A. M. F. 1983. Introducción a la teoría y la práctica de la taxonomía numérica. Cátedra de introducción a la taxonomía. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C. 119 pp.
- CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1262 pp.
- CROSS, T. A., THOMPSON, G. G. & ZAITZEFF, J. B. 1966. Source and distribution of palynomorphs in bottom sediments, southern part of Gulf of California. *Marine Geology*, 4:467-524.

- _____ & MARTINEZ, H. E. 1980. Compositae pollen in early rocks, Baja California, Mexico. Abstracts 5th. International, Palynological Conference, Cambridge, England. 97pp.
- CUSHMAN, A. R. 2002. Vegetational history and age of the Green River Formation in fossil basin, Wyoming. 2002 Denver Annual Meeting (October 27-30, 2002) <http://gsa.confex.com/gsa/2002AM/finalprogram/index.html>, Colorado, USA. (Último acceso, 12 de enero de 2004). <http://gsa.confex.com/gsa/2002AM/finalprogram/index.html>
- CHMURA, C. A. 1973. Upper Cretaceous (Campanian-Maestrichtian) angiosperm pollen from western San Joaquin Valley, California, U.S.A. *Palaeontographica, Abteilung B.*, 141:89-171.
- DE CSERNA, Z., PALACIOS-NIETO, M. & PANTOJA, A. J. 1978. Relaciones de facies de las rocas cretácicas en el noroeste de Guerrero y áreas colindantes de México y Michoacán. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 2:8-18.
- DELCOURT, A. & G. SPRUMONT 1955. Les spores et grains de pollen du Wealden du Hainaut. *Mém. Soc. Belge Géol.*, 5; 73 pp., 14 fig., 4 pls.
- DETTMANN, E. M. & CLIFFORD, T. H. 2000. Monocotyledon fruits and seeds, and an associated palynoflora from Eocene-Oligocene sediments of coastal central Queensland, Australia.
- DOYLE, J. A. & ROBBINS, E. I. 1977. Angiosperm pollen zonation of the continental Cretaceous of the Atlantic coastal plain and its application to deep wells in the Salisbury embayment. *Palynology*. 1:43-78.
- EDIGER, V. S. & ALISAN, C. 1989. Tertiary fungal and algal palynomorph biostratigraphy of the Northern Thrace basin, Turkey. *Review of Paleobotany and Palynology*, 58:139-161.
- ELSIK, C. W. 1968. Palynology of the Wilcox Group. Houston Geol. Soc. Field-Trip Guidebook, Houston, 22-27 pp.
- _____. 1969. Late Neogene palynomorph diagrams northern Gulf of Mexico; transactions –Gulf coast- Association of Geological Societies, 19:509-528, 5 pl.
- _____. 1974. Fossil fungal spores and Cenozoic palynostratigraphy. Exxon Company USA. 7th Ann. Mtg. AASP. Oct- 15-19, Calgary Alberta, Canada.

- _____. 1976. Microscopic fungal remains and Cenozoic palynostratigraphy. *Geoscience & man*. XV. August 23:115-120, 4 text-figures.
- _____. 1977. Morphologic phylogeny of dispersed fossil fungal spores intimations. Exxon Company, USA., Houston, Texas. Second International Mycological Congress, Univ, South Florida, Tampa, 27 Aug. – 3 Sept. Abs., V. A-L. p. 169 g.
- _____. 1981. Fungal palynomorphs; Louisiana State University Palynology Shortcourse, Baton Rouge, October 4-6, privately printed, 242 pp. + handouts.
- _____. 1990. *Hypoxylonites* and *Spirotremesporites* form genera for Eocene to Pleistocene fungal spores bearing a single furrow. *Palaeontographica*, Abteilung B., 216 Lfg 5-6 137-169.
- _____. 1996. Fungi. Chapter 10. In: Jansonius, J. & Mc Gregor. D.C. (Eds.), *Palynology: Principles and applications*; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1:293-305.
- _____ & DILCHER, D. L. 1974 Palynology and age of clays exposed in the Lawrence Clay Pit, Henry County, Tennessee. *Paleontographica*, Abteilung B., 146: 65-87.
- _____ & JANSONIUS, J. 1974. New genera of Paleogene fungal spores. *Canadian Journal of Botany*, 52:953-958, 1 pl.
- EMBERGER, L. 1968. Les plantes fossiles. Dans leurs rapports avec les végétaux vivants. 2° Edición. Masson & Cie, Edit.758 pp.
- ENGELHARDT, D. W. 1964. Plant microfossils from the Eocene Cockfield Formation, Hinds County, Mississippi. *Mississippi Geological, Economic, and Topographic Survey Bulletin*, 104: 65-96.
- ERDTMAN, G. 1947. Suggestions for the classification of fossil and recent pollen grains and spores. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 41:104-114
- _____. 1952. Handbook of palynology. An introduction to a Scandinavian pollen flora. Almqvist & Wiksell, Stockholm, Sweden, 92 pp.
- _____. 1969. Handbook of Palynology. An introduction to the study of pollen grains and spores. Munksgaard, Copenhagen, 486 pp.
- _____, BERGLUND, B & PRAGLOWSKI, J. 1961. An introduction to a Scandinavian pollen flora. *Grana Palynol.* 2:3-92.

- _____, LEINS, P. MELVILLE, R. & METCALFE, C. R. 1969. On the relationships of *Embingia*. J. Linn. Soc., Bot. 62:169-186.
- EVITT, W. R. 1963. A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichospheres, and acritarchs, II. Proceedings of the National Academy of Sciences, 49(3):298-302.
- FAEGRI, K. 1956. Recent trends in palynology. Botanical Review, 22: 639-664.
- _____ & IVERSEN, J. 1989. Textbook of Pollen Analysis. Capítulo: 1.1.3.3. Microscopic technique, p. 217-219. Faegri, K., P. E. Kaland y K. Krzywinski, Jon Wiley & Sons, IV Edición. New York, 328 pp.
- FELIX, J. 1894. Studien über fossile pilze; Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 46:269-280.
- 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.
- FOURNIER, G. R. 1981. Palynostratigraphic analysis of cores from site 493, deep sea drilling project leg 66¹. Initial reports of the deep sea drilling project. Washington U.S.A., 66:661-670.
- FREDERIKSEN O. N. 1979. Paleogene sporomorph biostratigraphy northeastern Virginia. Palynology, 3:129-167.
- _____. 1980. Sporomorphs from the Jackson group (Upper Eocene) and adjacent strata of Mississippi and western Alabama. Ecological survey professional paper 1084. Taxonomy and ranges of 174 types of spores and pollen grain. Washington D. C. 75 p. 16 plates.
- _____. 1989. Eocene sporomorph biostratigraphy of southern California. Palaeontographica, Abteilung B., 211 Lfg 4-6, 135-179.
- _____. 1996. Uppermost Cretaceous and Tertiary spore/pollen biostratigraphy. Chapter 20F. In: Jansonius, J. & Mc Gregor. D.C. (Eds.), Palynology: Principles and applications; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 2:831-841.
- _____, CARR, R. D., *et al.*, 1983. Middle Eocene palynomorphs from San Diego, California. American Association of Stratigraphic Palynologists. Contributions Series Number 12. 155 pp.

- _____ & CHRISTOPHER, R. A. 1978a. Taxonomy and biostratigraphy of Late Cretaceous and Paleogene triatriate pollen from South Carolina *Palynology*, 2:113-142.
- _____ & _____. 1978b. Taxonomy and biostratigraphy of Late Cretaceous and Paleogene triatriate pollen from South Carolina 113-145. *In: Palynology*. Vol. 2 Vaughn M. Bryant, Jr. (Ed.) American Association of Stratigraphy Palynologists Foundation, Dallas Texas.
- FRIES, C. JR. 1956. Bosquejo geológico de las partes central y occidente del estado de Morelos y áreas contiguas de Guerrero y México. Congreso de Geología. Internacional. XX Sesión, México, Libroto Guía de la excursión A-9.
- _____. 1960. Geología del estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero. Región central meridional de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Boletín 60. 236 pp.
- _____. 1965. Hoja Cuernavaca 14 Q-h (8) con resumen de la geología de la hoja Cuernavaca, estados de Morelos, México, Guerrero y Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Carta Geológica de México. Serie de 1:100, 000. Mapa con el texto explicativo al reverso.
- _____, HIBBARD, C. W. & DUNKLE, D. J. 1965. Early Cenozoic vertebrates in the red conglomerates at Guanajuato, México. *Smithsonian Misc. Coll.*, Washington, 123(7):1-25.
- FRIIS, E. M. 1983. Upper Cretaceous (Senonian) floral structures of juglandalean affinity containing Normapolles pollen. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 39:161-188.
- GARCÍA, E. 1964. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. D.F., México, 71, 9 gráf. 2 map.
- GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA. 1999. Geological time scale.
- 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, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. (Inédita).
- GONZÁLEZ-GUZMÁN, A. E. 1967. A palynological study on the Upper Los Cuervos and Mirador Formations (Lower and Middle Eocene; Tibú Área de Colombia). Leiden. E. J. Brill.
- GONZÁLEZ-QUINTERO, L. 1969. Morfología polínica de la flora del Mezquital, Hidalgo. *Paleoecología* 3. Departamento de prehistoria. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 185 pp.
- GRAHAM, A. 1976. Studies in neotropical paleobotany; The Miocene communities of Veracruz. *Annals Missouri Botanical Garden*, 63:787-842
- _____. 1987. Miocene communities and paleoenvironments of southern Costa Rica. *American Journal of Botany*, 74(10):1501-1518.
- _____. 1988. Studies in neotropical paleobotany. V. The Lower Miocene communities of Panama The Culebra Formation. *Annals Missouri Botanical Garden*, 75:1440-1466.
- _____. 1993. History of the vegetation Cretaceous (Maastrichtian) Tertiary- *In: Flora of North America. North of Mexico. Flora of North America Editorial Committee*, 1(3):57-70. <http://hua.huh.harvard.edu/FNA/Volume/V01/Chapter03.shtml> (Último acceso 13 de enero de 2004).
- _____. 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), Royal Botanic Gardens, Kew*, 1:123-140.
- _____. 1998. 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 Universidad Nacional Autónoma de México.*
- _____. 2002. Historical phytogeography of the Greater Antilles. *Brittonia*. 55(4):357-383. <http://www.bioone.org/bioone/?request=get-document&issn=0007-196X&volume=055&issue=04&page=0357#i0007-196x-055-04-0357-martinezhernandez1> (Última acceso 12 de enero de 2004)

- _____ & DILCHER, L. D. 1998. Studies in neotropical paleobotany. XII. A palynoflora from the Pliocene Rio Banano Formation of Costa Rica and Neogenevegetation of Mesoamerica. *American Journal of Botany*, 85:1426-1238. <http://www.amjbot.org/cgi/content/full/85/10/1426>
- _____, DUANE, C. ARECES-MALLEA, A. & FREDERIKSEN, O. N. 2000. Studies in neotropical paleobotany. XIV. A palynoflora from the Middle Eocene Saramaguacán Formation of Cuba. *American Journal of Botany*, 87:1526-1539. <http://amjbot.org/cgi/content/full/87/10/1526>
- _____, GREGORY-WODZICKI, K. M. & WRIGHT, K. L. 2001. Studies in neotropical paleobotany. XV. A Mio-Pliocene palynoflora from the Eastern Cordillera, Bolivia: Implications for the uplift history of the central Andes. *American Journal of Botany*, 88(9):1545-1557.
- _____ & JARZEN, M. D. 1967. Studies in neotropical paleobotany. The Oligocene communities of Puerto Rico. *Annals Missouri Botanical Garden*, 56:308-357.
- GRUAS-CAVAGNETTO, C. 1978. New palynological data adding to knowledge of the Eocene palaeoclimate and palaeophytogeography of the Anglo-Paris Basin. *C. R. Hebdomad. Seanc. Acad. Sci. Pari, (D)* 286 (8):591-3.
- GUY-OHLSON, D. 1992. *Botryococcus* as an aid in the interpretation of palaeonvieronment and depositional processes. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 71:1-15.
- _____. 1996. Prasinophycean algae. Chapter 7B. *In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Eds.), Palynology: Principles and applications; American Association of Stratigraphic. Palynologists Foundation*, 1:181-189.
- HAWKSWORTH, D. L., SUTTON B. C. & AINSWORTH G. C. 1983. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 7th Edition. Kew, Surrey, England: Commonwealth Mycological Institute. 445 pp.
- HEDLUND, W. R. 1966. Palynology of the Red Branch Member of the Woodbine Formation (Cenomanian), Bryan County, Oklahoma. *Bulletin 112. The University of Oklahoma U.S.A* 64 pp.
- HOCHULI, P. A. 1984. Correlation of Middle and Late Tertiary sporomorph assemblages. *Paléobiologie Continentale, Montpellier*, 14:301-314.
- HUTTON, A. C. 1988. The lacustrine Condor oil shale sequence. *In: Fleet, A. J., Kelts, K. & Talbot, M. R. (Eds.), Lacustrine petroleum source rocks. Geological Society, London, special publication*, 40:329-340.

- IBRAHIM, A. C. 1933. Sporenformen des Aegirhorizonts des Ruhr-Reviers. Triltsch. Werzburg.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). Cartas topográficas del estado de Puebla: E14B63 Coatzingo, E14B64 Molcaxac y E14B73 Tehuizingo. Escala 1:50,000.
- JANSONIUS, J. 1978. A key to the genera of fossil angiosperm pollen. Review of Paleobotany and Palynology, 26:143-172.
- _____ & HILLS, L. V. 1976, 1978 and 1998. Genera file of fossil spores and pollen. Special publication, Department of Geology University of Calgary, Alta, Canada.
- JARZEN, D. M. & NICHOLS, D. J. 1996. Pollen. Chapter 9. In: Jansonius, J. & Mc Gregor, D. C. (Eds.) Palynology: Principles and Applications. Volume 1. Principles. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1:261-291.
- KALGUTKAR, R. M. 1997. Fossil fungi from the lower Tertiary Iceberg Bay Formation, Eureka Sound Group, Axel Heiberg Island, Northwest Territories, Canada. Review of Paleobotany and Palynology, 97:197-226.
- _____, NAMBUDIRI, E. M. V. & TIDWELL. W. D. 1993. *Diplodites sweetii* sp. nov. from the Late Cretaceous (Maastrichtian) Deccan Intertrappean Beds of India. Review of Palaeobotany and Palynology, 77: 107-118.
- _____ & SIGLER, L. 1995. Some fossil fungal form-taxa from the Maastrichtian and Palaeogene ages. Mycological Research, 99(5):513-522.
- _____ & JANSONIUS, J. 2000. Synopsis of fossil fungal spores mycelia and fructifications. AASP contributions series N° 39., Texas, USA.
- KE & SHI. 1978. (Pseudonym of SUNG, Z. C., TSAO, L., CHOU, H. I., KWANG, H. L. & WANG, K. T.) Early Tertiary spores and pollen grains from the coastal region of the Bohai (In Chinese); Academy of petroleum exploration, development and planning Research of the Ministry of Petroleum and Chemical Industries and the Nanjing Institute of Geology and Paleontology, Chinese Academy of Sciences, Kexue Chubanshe, Pekin, China. 177 pp.
- KEDVES, M. 1970. Etudes palynologiques des couches du Tertiaire inferieur de la region parisienne. V. Pollen tripores, subtripores et inatripores. Pollen et spores, 12(1):83-97.

- _____ & PARDUTZ, A. 1970. Etudes palynologiques des couches du Tertiaire inférieur de la région Parisienne. VI. Ultrastructure de quelques pollens d'Angiospermes de l'Eocène inférieur (Sparnacien). *Pollen & Spores* 12:553-575.
- KEMP, E. M. 1976. Early Tertiary pollen from Napperby, central Australia. Bureau of mineral resource, *Journal of Australian Geology and Geophysics*, 1:109-114.
- 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.
- KREMP, G. O. W. 1968. *Morphologic encyclopedia of palinology*. 2nd ed., Univ. Arizona Press, Tucson, 263 pp.
- KRUTZSCH, W. 1959. Mikropalaeontologische (sporenpalaeontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geisseltales. *Geologie Beihefte*, 21(22):1-425.
- _____. 1961. Über funde von "Ephedroidem" pollen im deutschen Tertiär., 32:15-53.
- _____. 1962. Stratigraphisch. Botanisch wichtige neue sporen und pollenformen aus dem deutschen Tertiär. *Geologie, Jahrg.*, 11(3):256-306.
- _____. 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.
- _____. 1966. Zur Kenntnis der Praequartaeren periporaten pollenformen. *Geologie, Beihefte*, 15(55):16-71.
- _____. 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.
- _____. 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.

- _____ & VANHOORNE. 1977. Die pollenflora von Epinois und Loksbergen in Belgien. *Palaeontographica*, 163:1-110.
- KÜTZING, F. T. 1845. *Phycologia germanica, d. i. Deutschlands Algen in bündigen Beschreibungen*; with Köhne, Nordhausen, x + 240 pp.
- LANGE, R. T. & SMITH, P. H. 1971. The Maslin Bay flora, south Australia. 3. Dispersed fungal spores. *Neues Jahrbuch für geologie und paläontologie, Monatshefte*, 11:663-681, 6 pl.
- 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.
- LEGOUX, O. 1978. Quelques espèces de pollen caractéristiques du Néogène du Nigéria. *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*. 2 :265-317.
- LEIDELMEYER, P. 1966. The Paleocene and lower Eocene pollen flora of Guyana. *Leidse Geologische Mededelingen*, 38:49-70. pl. 1.5.
- 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. 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., 1953. Fossil plants of the Florissant Beds, Colorado. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, 599:1-198.
- _____. 1969. The Eocene Green River Flora of northwestern Colorado and northeastern Utah. *University of California Publications in Geological Sciences*, 83, 203 pp.
- _____, 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 Publication in Geological Sciences*, 108:1-103.
- MC VAUGH, R. & RZEDOWSKI, J. 1965. Synopsis of the genus *Bursera* L. in western Mexico, with notes on the material of *Bursera* collected by Sesse and Mocino. *Kew Bulletin*, 18:317-382.

- 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, Universidad Nacional Autónoma de México. 116 pp. (Inédita).
- _____ & CEVALLOS-FERRIZ, S. R. S. 1994a. *Eucommia constans* n. sp. fruits from Upper Cenozoic strata of Puebla, Mexico: Morphological and anatomical. Comparison with *Eucommia ulmoides* Oliver. International Journal of Plant Sciences, 155(1):80-95.
- _____ 1994b. Latest occurrence of the extinct genus *Cedrelospermum* (Ulmaceae) in North América: *Cedrelospermum manchesteri* from Mexico. Review of Paleobotany and Palynology, 81:115-128.
- MANCHESTER, R. S. 1989a. Early history of the Juglandaceae. Plant Systematics and Evolution, 162: 231-250.
- _____ . 1987b. Extinct Ulmaceous fruits from the Tertiary of Europe and western North America. Review of Paleobotany and Palynology, 52:119-129.
- _____ . 1989. Attached reproductive and vegetative remains of the extinct American-European genus *Cedrelospermum* (Ulmaceae) from the early Tertiary of Utah and Colorado, USA. American Journal of Botany, 76: 256-276.
- MARTIN, H. A. 1978. Evolution of the Australian flora and vegetation through the Tertiary: Evidence from pollen. Alcheringa. 2:181-202.
- MARTIN, J. H. 1992. Zygospores of the Zygnemataceae (Division Chlorophyta) and other freshwater algal spores from the uppermost Pliocene St. Earth Beds of Cornwall, south-western England. Micropaleontology, 38:237-260.
- MARTÍNEZ, H. E. 1992. Caracterización ambiental del Terciario de la región Ixtapa, estado de Chiapas. Un enfoque palinoestratigráfico. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Revista, 10:54-64.
- _____, APPLGATE, P. S. & QUEZADA, F. A. 1986. Estudio palinológico-estratigráfico de rocas sedimentarias del Neógeno, en el área de Chigmeacatlán, municipio de Tepexi de Rodríguez, Puebla. VI Coloquio de Paleobotánica y Palinología. Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México. Auditorio Nabor Carrillo, 23-26 septiembre, Memorias: p. 27.

- _____ & RAMÍREZ, A. 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 pp.
- _____. 1996. Paleocorología de angiospermas de la flora mexicana durante el Mesozoico y Terciario: Algunas evidencias palinológicas. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 58:87-89.
- _____. 1999. Palinoestratigrafía de la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. Implicaciones cronoestratigráficas. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología y Sociedad Geológica Mexicana, México, D. F., 16:187-207.
- MILDENHALL, D. C. 1972. Fossil pollen of Acacia type from New Zealand. New Zeal. J. Bot. 10:485-494.
- MILNE, L. A. 1988. Palynology of a late Eocene lignitic sequence from the western margin of the Eucla Basin, Western Australia. Association of Australasian Palaeontologists Memoir, 5:285-310.
- MINER, E. L. 1935. Paleobotanical examinations of Cretaceous and Tertiary coals. Part I. Cretaceous coals from Greenland. Part II. Tertiary coals from Montana. Amer. Midl. Nat., 16:585-625.
- MULLER, J. 1959. Palynology of Recent Orinoco delta and shelf sediments: Reports of the Orinoco shelf expedition. Micropaleontology, 5:1-32, 1 pl.
- _____. 1968. Palynology of the Pedawan and Plateau Sandstone Formations (Cretaceous-Eocene) in Sarawak, Malaysia, Micropaleontology, 14:1-37.
- _____. 1981. Pollen fossil record of extant angiosperms. The New York Botanical Garden, The Botanical Review, 47:1-142.
- NAKOMAN, E. 1965. Description d' un nouveau genre de forme, *Corsinipollenites*. Soc. Géol. Du Nord Annales, 85:155-158.
- NEUY-STOLZ, G. 1958. Zur Flora der Niederrheinischen Bucht während der Hauptflözbildung unter besonderer Berücksichtigung der Pollen und Pilzreste in den hellen Schichten.- S., Abb., 7 Taf. 2:503-525.

- NICHOLS, S, J. D. 1973. North American and European species of *Momipites* ("Engelhardtia") and related genera. *Geoscience and Man*. 7:103-117.
- _____ & OTT, L. H. 1978. Biostratigraphy and evolution of the *Momipites-Caryapollenites* linaje in the Early Tertiary in the Wind River Basin, Wyoming. Vaughn M. Bryant Jr. (Ed.) American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation. Dallas, Texas, U.S.A., 2:93-112.
- NIELSEN, H. & SØRENSEN, I. 1992. Taxonomy and stratigraphy of late -glacial *Pediastrum* taxa from Lysmosen, Denmark – A preliminary study. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 74:55-75, pl. 1-3.
- OBOH, F. E., 1992a. Middle Miocene palaeoenvironments of the Niger Delta. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 92, 55-84. p.
- _____. 1992b. Clay mineralogy, spore coloration and diagenesis in Middle Miocene sediments of the Niger Delta. *In: Houseknecht, D. W. & Pittman, E. D. (Eds.), Origin, Diagenesis and Petrophysics of Clay Minerals in Sandstones. SEPM Special Publication*, 47, 175-183 p.
- PACLTOVÁ, B. 1981. The evolution and distributions of Normapolles pollen during the Cenophytic. *Review of the Paleobotany and Palynology*, 35:175-208.
- PADILLA Y SÁNCHEZ, R. J. 1973. Estudio geológico general de la Sierra el Tentzo, estado de Puebla. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. 66 pp. (Inédita).
- PALACIOS-CHÁVEZ, R. & 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. 1990 (1992). Geología y paleoambientes de la cantera de Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista*, 9(2) 1990 (1992) 156-168.
- _____, MALPICA, C. V. M., GALGUERA, A. G. 1989. Geología de los alrededores de la cantera de Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología, Tercer Simposio de Geología Regional de México, Memoria, 61-69 pp.
- PARES REGALI, M. D. S. UESUGUI, N. & SANTOS, A. D. S. 1974. Palinología dos sedimentos mesozoicas do Brasil (I). *Bol. Tecn. Petrobras*, Rio de Janeiro. 17:177-191.

- PENNINGTON, T. D. & SARUKHÁN, K. J. 1998. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica, México, 521 pp.
- PFLUG, H. D. 1953. Zur Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. *Palaeontographica*, Abteilung B., 95:60-171.
- _____ 1957. Zur Altersfolge und Faziesgliederung mitteleuropäischer (insbesondere hessischer) Braunkohlen. *Hessen Landesamt Bodenforschung, Notizblatt*, 85: 152-178.
- PIASECKI, S. 1986. Palynological analysis of the organic debris in the Lower Cretaceous Jydegard Formation, Bornholm, Denmark. *Grana*, 25:119-129.
- PIERCE, L. R. 1961. Lower Upper Cretaceous plant microfossils from Minnesota. *Bulletin 42 University of Minnesota. Minnesota Geological Survey*, 81 pp.
- PIROZYNSKI, K. A. 1974. *Xenotypa petrak* and *graphostroma gen. nov.*, segregates from *Diatrypaceae*. *Canadian Journal of Botany*, 52: 2129-2135.
- PLAYFORD, G. & DETTMANN, E. M. 1996. Spores. Chapter 8. *In: Jansonius, J. & McGregor, D. C. (Eds.) Palynology: Principles and applications, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 1:227-260.
- POTONIÉ, R. 1951. Revision stratigraphisch wichtiger sporomorphen des mitteleuropäischen Tertiärs. *Palaeontographica*, 91(B):131-151.
- _____ 1952. Gesichtspunkte zu einer paläobotanischen gesellschaftsgeschichte (Soziogenese). *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*, 5. 116 S., 8 Abb.
- _____ 1956. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. I. Sporites. *Geol. Jahrb., Beih.*, 23:1-103.
- _____ 1958. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae, II. Teil. *Beih. Geol. Jahrb. Beihefte*, 31:1-114.
- _____ 1960. Sporologie der Eozänen Kohle von Kalewa in Burma. *Senck. Leth. B.*, 41:451-481.

- _____, THOMSON, P. W. & THIERGART, F. 1950. Zur nomenklatur un klassifikation der neogenen sporomorphae (Pollen und Sporen). Geol. Jahrb., 65:35-70.
- _____ & VENITZ, H., 1934. Zur Mikrobotanik des Miocänen Humodils der niederrheinischen Bucht. Arb. Inst. Paläobot. & Petr. d. Brennst. 5, 58 pp.
- PRESCOTT, G. W. 1964. How to know the fresh algae? Pictures Key Nature Series. WMC Brown Company Publishers, U.S.A. 272 pp.
- 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. 1937. Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchung der Braunkohle des Muskauer Bogens. Abhandl., Preuss. Geol. Landesanst., n. s., H., 183:1-48.
- _____ 1938. Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchung der Braunkohle des Muskauer Bogens. Abhandl., Preuss. Geol. Landesanst., n. s., H., 138:15-16.
- RAMANUJAM, C. G. K. & RAO, K. P. 1973. On some microthyaceous fungi from a Tertiary lignite of south India. The Palaeobotanist, 20:203-209, 30pl.
- RAMÍREZ, G. J. L. & CEVALLOS-FERRIZ, S. R. S. 2000. Leaves of Berberidaceae (*Berberis* and *Mahonia*) from Oligocene sediments, near Tepexi de Rodríguez, Puebla. Review of Paleobotany and Palynology, 110:247-257.
- _____ 2000. Leaves of Salicaceae (*Salix* and *Populus*) from Oligocene sediments near Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. International Journal of Plant Sciences, 161 (3):521-534.
- _____ & SILVA, P. A. 2000. Reconstruction of the leaves of two new species of *Pseudosmodium* (Anacardiaceae) from Oligocene strata of Puebla, Mexico. International Journal of Plant Sciences, 161(3):509-519.
- REINSCH, P. 1881. Neue Untersuchungen über die Mikrostruktur der Steinkohle des Carbon, der Dyas und Trias. Leipzig, 1-124, pl. 1-94.
- ROCHE, E. & SCHULLER, M. 1976. Analyse palynologique (pollen et spores) de divers gisements du Tongrien de Belgique. Service géologique de Belgique - Prof. Papers, 11 :1-60 pp.

- ROTMAN, R. N. 1973. Palynological investigations of a stratigraphic section Danian-Paleocenian deposits of the Crimea. In: The palynology of the cenophite. Proc. III Intern. Palynol. Conf. 47-52.
- ROUSE, G. E. 1959. Plant microfossils from Kootenay coal-measures strata of British Columbia. *Micropaleontology*, 5:303-324.
- _____ . 1962. Plant microfossils from Burrard Formation of western British Columbia. *Micropaleontology*, 8:187-218.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 432 pp.
- _____ 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, Universidad Nacional Autónoma de México.
- _____ & PALACIOS, CH. R. 1977. El bosque de *Engelhardtia (Oreomunnea) mexicana* en la región de la Chinantla (Oaxaca, México) una reliquia del Cenozoico. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 29:93-123.
- SAHNI, B., SITHOLEY, R. V. & PURI, G. S. 1948. Correlation of the Tertiary succession in assemblage by means of microfossils. In: Sahni, B. (Ed.). *Palaeobotany in India, a bulletin of current research*, VI. *Journal of the Indian Botanical Society*, 26:262-263, 4 pl.
- SALARD-CHEBOLDAEFF, M. 1978. Sur la Palynoflore Maestrichtienne et Tertiaire du Bassin Sédimentaire Littoral du Cameroun. *Pollen et Spores*, XX(2):215-260.
- SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN Y GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA. 1988. Enciclopedia de los municipios. Municipios de Puebla. Tomo 21.
- SCHOPF, J. M., WILSON, L. R., & 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.
- SHEFFY, M. V. & DILCHER, D. L. 1971. Morphology and taxonomy of fossil fungal spores. *Palaeontographica, Abteilung B.*, 133:34-51, 4 pl.
- SILVA, R. G., MENDOZA, R. C. & MARTINY, B. 2000. Acerca 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.

- SIMS, J. H., HERENDEEN, S. P., LUPIA, R., CHRISTOPHER, A. R. & CRANE, R. P. 1999. Fossil flowers with Normapolles pollen from the Upper Cretaceous of southeastern North America. *Review of Paleobotany and Palynology*, 106:131-151.
- SINGH, CH. 1964, Microflora of the Lower Cretaceous Mannville Group, east-central Alberta: Alberta Research Council Bulletin, 15, 238 p.
- SRIVASTAVA, K. S. 1966. Upper Cretaceous microflora (Maestrichtian) from Scollard, Alberta, Canada. *Pollen et Spores*, 8:497-552.
- _____ 1972. Some spores and pollen from the Paleocene Oak Hill member of Naheola Formation, Alabama (U.S.A.) 243 pp.
- _____ 1984. Palynology of the Monterey Formation (Miocene) Phosphatic Facies at Lions Head, Santa Maria area, California. *Palynology*, 8:33-49.
- STANLEY, E. A. 1965, Upper Cretaceous and Paleocene plant microfossils and Paleocene dinoflagellates and hystrichosphaerids from northwestern South Dakota: *Bulletins and American Paleontology*, 49(222):384.
- STAPLIN, S. J. POCOCK & JANSONIUS, J. 1967. Relation among gymnospermous pollen. *Review of Paleobotany and Palynology*, 3:297-310.
- STUHLIK, L. ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, M., KOHLMAN-ADAMSKA, A., GRABOWSKA, I., WAZYNSKA, H., SLODKOWSKA, B. & SADOWSKA, A. 2001. Atlas of pollen and spores of the Polish Neogene. Vol. 1 Spores. W. Szafer Institute of botany, Polish Academy of Sciences. Poland. 158 pp.
- STUESSY, T. F. 1990. Plant taxonomy. The systematic evolution of comparative data. Columbia Univ. Press. 514 pp.
- SUN, Z. 1989. Early Tertiary sporo-pollen assemblages from the Dongpu region. Research institute of exploration Bureau and Nanjing. Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, 192 pp. (In Chinese).
- SZAFER, W. 1961. Miocenska flora ze Starych Gliwic na Slasku. *Inst. Geol. Warszawa Pr.* XXXIII; 205 pp.
- TAKAHASKI, K. 1964. Sporen und pollen der oberkretazeischen Hakobuchi-Schichten gruppe, Hokkaido. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. D. Geol.* 14:159-271.

- TAYLOR, D. W. 1990. Paleobiogeographic relationships of angiosperms from Cretaceous and early Tertiary of the North America area. *Botanical Review.*, (Lancaster), 56:279-417.
- THIELE-PFEIPHER, H. M. 1980. Die Miozäne mikroflora aus dem Braunkohlentagebau oder bei Wackersdorf/ Oberpfalz (The Miocene microflora from the Brown coal open-cast oder mine near Wackersdorf/ Oberpfalz). *Palaeontographica, Abteilung B.*, 174 Lfg. 4-6 95-224.
- _____ 1988. Die Mikroflora Aus Dem Mitteleozänen Ölschiefer von Messel Bei Darmstadt (The Microflora from the Middle Eocene Oil Shale of Messel near Darmstadt). *Palaeontographica, Abteilung B.*, 211 Lfg., 1-3:1-86.
- THIERGART, F. 1938. *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin, Bd.*, 58(1937):293-306.
- THOMPSON, P. W. & PFLUG, H. 1953. Pollen und sporen des mitteleuropaeischen Tertiaers. *Palaeontographica, Abteilung B.*, 94:1-138.
- TIFFNEY, B. H. 1985. Perspectives on the origin of the floristic similarity between eastern Asia y eastern North America. *J. Arnol. Arbor.*, 66:73-94.
- TOLEDO, V. M. 1976. Los cambios climáticos del Pleistoceno y sus efectos sobre la vegetación tropical cálida y húmeda de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. (Inédita).
- TOMASINI, O, A. C. & MARTÍNEZ, H, E. 1984. Palinología del Eoceno-Oligoceno de Simojovel Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. *Paleontología Mexicana*, N° 50. 49 pp.
- TRAVERSE, A. 1955. Pollen analysis of the Brandon lignite or Vermont. U.S. Bureau of Mines, Rept. Invest., 5151,13 pls.
- TSCHUDY, R. H. 1975. Normapolles polen from the Mississippi embayment; United States Geological Survey, professional paper., 865:I-v + 1-42, pl. 1-20.
- _____ & TSCHUDY, B. D. 1986. Extinction and survival of plant life following the Cretaceous/Tertiary boundary event, western interior, North America. *Geology*, 14:667-670, pl. 1.
- VALIENTE-BANUET, A., FLORES, H. N., VERDÚ, M. AND DÁVILA, P. 1998. The Chaparral vegetation in México under nonmediterranean climate: The convergence and Madrean-Thethyan hypotheses reconsidered. *American Journal of Botany*, 85 (10): 1398-1408.

- VAN CAMPO, M. 1976. Patterns of pollen morphological variation within taxa. In: Ferguson & Muller, J. (Eds.), The evolutionary significance of the exine, pp. 125-137. Linn. Soc. Symp. Ser. N^o. 1. Academic Press London & New York.
- VAN DER HAMMEN, T. 1954. El desarrollo de la flora Colombiana en los periodos geológicos. Del Maestrichtiano hasta Terciario más inferior (Una investigación Palinológica de la formación de Guaduas y equivalentes). Editorial Argra. Bogotá, Colombia. Boletín Geológico Tomo II, N^o1. 49-106 pp.
- _____ 1956. Nomenclatura palinológica sistemática. Boletín Geológico. Tomo IV, N^o2-3 Bogotá. 23-62.
- _____ 1963. A palynological study on the Quaternary of British Guiana. Reprint Leidse Geol. Meded. 29; pp. 125-180.
- _____ & GONZÁLEZ, E. 1960. Upper Pleistocene and Holocene climate and vegetation of the Sabana de Bogota (Colombia, South America). Leidse Geol. Meded. 25:261-315.
- _____ & WYMSTRA, T. 1964. A palynological study on the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana. Leidsch Geologische Mededeelingen, Luiden, 30:183-241.
- VAN GEEL, B. 1972. Palynology of a section from the raised peat bog "Wientmarscher Moor", with special reference to fungal remains. Acta Bot. Neerl., 21:261-284.
- _____ 1976. Fossil spores of Zygnemataceae in ditches of a prehistoric settlement in Hoogkarspel (The Netherlands); Review of Palaeobotany and Palynology, 22:337-344, pl. 1.
- VELASCO DE LEÓN, P. & CEVALLOS-FERRIZ, S. R. S. 2000. Leaves of *Cercocarpus mixteca* n sp. (Rosaceae) from Oligocene sediments, near Tepexi de Rodriguez, Puebla. Review of Palaeobotany and Palynology, 111(2000):285-294.
- VERDÚ, M., BARRÓN-SEVILLA, J. A., VALIENTE-BANUET, A., FLORES, H. N. AND GARCÍA-FAYOS, P. 2002. Mexican plant phenology: is it similar to Mediterranean communities? Botanical Journal of the Linnean Society, 138, 297-303.
- VERDÚ, M., DÁVILA, P., GARCÍA-FAYOS, P., FLORES, H. N. AND VALIENTE-BANUET, A. 2003. "Convergent" traits of mediterranean woody plants belong to pre-mediterranean lineages. Biological Journal of the Linnean Society, 78, 415-427. With 1 figure.

- WARWICK, P. D. & CROWLEY, S. S. 2002. Coal geology of the Paleocene-Eocene Calvert Bluff Formation (Wilcox group) and the Eocene Manning Formation (Jackson group) in east-central Texas. USGS. U.S. Geological Survey Open-File Report 95-595. http://pubs.usgs.gov/of/1995/of95-595/fig_3-2.htm

- WETZEL, O. 1961. New microfossils from Baltic Cretaceous flintstones. *Micropaleontology*, 7:337-350.

- _____ 1963. Die in organischer substans erhaltenen mikrofosfolien des baltischen Kreidefeureesteins. *Palaeontographica*, 77:147-186; 78:1-110.

- WILKINSON, G. C. & BOULTER, M. CH. 1980. Oligocene pollen and spores from the western part of the British Isles. North East London Polytechnic with 11 plates, 4 figures, and 8 tables in the text.

- WING, S. L., & L J. HICKEY, 1984. The Platycarya complex and the evolution of the Juglandaceae. *American Journal of Botany*, 71(3):388-411.

- .-WODEHOUSE, R. P. 1933. Tertiary pollen. II, The oil shales of the Eocene Green River Formation. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 60:579-524.

- .-ZAKLINSKAYA, E. D. 1960. The role af angiosperm pollen in the stratigraphy of the Upper Cretaceous and Paleogene. *Amer. Geol. Inst. Translation*, 673-676; from *Dolk. Akad. Nauk. SSSU*, 133. 2:431-434.

- 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.

- ZHICHEN, S., XUETING, G., YAHUE, Z., ZENGRUI, L., WEIMING, W. & ZHONGHENG, H. 1999. Fossil spores and pollen of China. Vol. 1. The late Cretaceous and Tertiary spores and pollen. Science press., 910 pp. 207 plates.

- ZIPPI, P. A. 1998. Freshwater algae from the Albian. *Micropaleontology* 44, supplement 1:1-78.

Páginas www consultadas:

<http://www.ancap.com.uy/public/MsaAvesLagunas.htm> (Última acceso 12 de enero de 2004)

<http://biodiversity.uno.edu/delta/>

<http://bobas.ib-pan.krakow.pl/cgi/foxweb.exe/SCRIPTS/spealpha?a> (Última acceso 12 de enero de 2004)

<http://gsa.confex.com/gsa/2002AM/finalprogram/index.html> (Última acceso 12 de enero de 2004)

http://pubs.usgs.gov/of/1995/of95-595/fig_3-2.htm (Última acceso 12 de enero de 2004)

- <http://www.bioone.org/bioone/?request=get-document&issn=0007-196X&volume=055&issue=04&page=0357#i0007-196x-055-04-0357-martinezhernandez1> (Última acceso 12 de enero de 2004)
- <http://www.boreas.org/articulos/polen.htm> (Última acceso 12 de enero de 2004)
- http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/flamenco.html (Última acceso 12 de enero de 2004)
- <http://www.columbiagypsy.net/finalsyst.htm> (Última acceso 12 de enero de 2004)
- <http://www.ou.edu/cas/botany-micro/bsa-abst/section8/abstracts/16.shtml> (Última acceso 12 de enero de 2004)
- http://www.iespana.es/natureduca/botan_dicotolidoneas1.htm
- http://www.iespana.es/natureduca/botan_dicotolidoneas2.htm
- <http://www.geocities.com/historiadavida/micro.html> (Última acceso 12 de enero de 2004)

A N E X O**T A B L A S**

Las siguientes tablas contienen información sobre el número de muestras tomadas en cada sección de la cuenca Tepexi-Coatzingo.

Se observa el número de colección (Pb-) de la colección palinológica (fósil) del IGLUNAM y el tipo de roca de la que se extrajeron los palinomorfos. Cabe aclarar que no todas las muestras resultaron positivas en cuanto a la presencia de polen, tal como se especifica en el texto.

PB-9236	Caliza lacustre color bayo de 4 cm. de grosor.
Pb-9237	Caliza lacustre beige 3 cm. de grosor
Pb-9238	Caliza lacustre beige con lodolitas intercaladas.
Pb-9239	Lodolita pardo verdosa.
Pb-9240	Lodolita pardo verdosa.
Pb-9241	Caliza lacustre beige 1.5 cm. de grosor.
Pb-9242	Caliza lacustre beige 3.5 cm. de grosor finamente laminada.
Pb-9243	Lodolita de 5 mm. suprayace a la muestra Pb-9242.
Pb-9244	Caliza lacustre beige 1 cm. de grosor.
Pb-9245	Lodolita verde olivo.
Pb-9246	Caliza abigarrada laminada. finamente
Pb-9247	Limolita beige verdosa 2 cm.
Pb-9248	Limolita rojiza 1 cm.
Pb-9249	Caliza beige 8 cm.
Pb-9250	Caliza margosa rosa amarillenta 1.5 cm.
Pb-9251	Caliza beige laminada finamente 1.5 cm.
Pb-9252	Lutita rojiza 2 mm.
Pb-9253	Caliza laminada finamente 3 cm.
Pb-9254	Limolita lutita 1 cm.
Pb-9255	Caliza rosa 8 mm.
Pb-9256	Caliza alternando con lutita laminada 1 mm.
Pb-9257	Marga rosa.
Pb-9549	Limolita amarillenta beige.

Tabla 1. Sección Flamenco, números de muestra y litología.

PB-9271	Limolita laminada con argilitas.
Pb-9272	Limolita verdosa clara con materia orgánica.
Pb-9480	Arenisca beige rojiza.
Pb-9481	Arenisca-Lutita beige rojiza.
Pb-9482	Arenisca-Lutita beige rojiza.
Pb-9483	Arenisca-Lutita beige rojiza.
Pb-9484	Arenisca-Limolita abigarrada.
Pb-9485	Arenisca-Limolita abigarrada.
Pb-9486	Arenisca-Limolita finamente laminada.
Pb-9487	Arenisca-Limolita finamente laminada.
Pb-9488	Arenisca-Limolita cerosa verde finamente laminada.
Pb-9489	Arenisca beige finamente laminada.
Pb-9490	Arenisca con limolita abigarrada beige finamente laminada.
Pb-9491	Arenisca beige finamente laminada.
Pb-9492	Arenisca beige rojiza.
Pb-9493	Limolitas silicificadas.
Pb-9494	Limolitas silicificadas con limolita abigarrada.
Pb-9544	Marga color crema "Estromatolito"
Pb-9545	Marga color crema.
Pb-9546	Arenisca silicificada color crema.
Pb-9547	Limolita verde.
Pb-9560	Estromatolitos silicificados.
Pb-9561	Estromatolitos silicificados.

Tabla 2. Sección Puente, se observan números de muestra y litología.

PB-8178	Limolita amarillenta.
Pb-8179	Limolita amarillenta.
Pb-9112	Limolita verde claro con beige laminada
Pb-9113	Limolita verde claro con beige laminada
Pb-9114	Alternancia de areniscas finas beige con laminaciones de limolita verde claro.
Pb-9115	Limolitas verde olivo alternando con capas de yesos con laminaciones amarillentas.

Tabla 3. Sección Zacapala, se observan números de muestra y litología.

PB-9151	Arenisca fina verde claro con moluscos.
Pb-9152	Arenisca grano medio verde amarillento con laminaciones.
Pb-9153	Marga con laminaciones 5 mm.
Pb-9154	Limolita verde olivo finamente laminada.
Pb-9155	Limolita muy fina verde olivo.
Pb-9156	Limolita muy fina verde olivo con amarillento, bandeada.
Pb-9157	Limolita muy fina verde olivo.
Pb-9158	Limolita muy fina verde olivo.
Pb-9159	Arenisca fina verde olivo.
Pb-9160	Limolita verde olivo.
Pb-9161	Arenisca verde olivo deleznable grano medio con cristales.
Pb-9162	Arenisca verde olivo deleznable grano medio con cristales.
Pb-9163	Arenisca verde olivo deleznable grano medio con cristales.
Pb-9164	Arenisca verde olivo deleznable grano medio con cristales.
Pb-9165	Arenisca verde olivo deleznable grano medio con cristales.
Pb-9166	Arenisca verde olivo deleznable grano medio con cristales.
Pb-9167	Limolita masiva verde olivo.
Pb-9168	Arenisca rojiza (en parte oxidada).
Pb-9169	Arenisca rojiza (en parte oxidada).
Pb-9495	Limolita silicificada con limolita abigarrada.
Pb-9496	Limolita silicificada con limolita abigarrada café.
Pb-9497	Limolita verdosa.
Pb-9498	Limolita verdosa.
Pb-9499	Limolita verdosa.
Pb-9500	Limolita verdosa.
Pb-9501	Arenisca con limolita verdosa abigarrada.
Pb-9502	Arenisca con limolita verdosa abigarrada.
Pb-9503	Arenisca con limolita/Arenisca silicificada (Muestra compuesta).

Tabla 4. Sección Techcale Blanco, se observan números de muestra y litología.

PB-9170	Lodolita verde olivo masiva
Pb-9171	Arenisca verde olivo masiva

Tabla 5. Sección El Tronco, se observan números de muestra y litología.

PB- 9541	Limolita verde
Pb- 9542	Limolita verde
Pb- 9543	Lutita/Limolita verde con laminaciones pardas de materia orgánica

Tabla 6. Sección Zaragoza números de muestra y litología.

PB-9116	Limolitas amarillentas
Pb-9117	Arenisca verde oscuro, amarillenta.
Pb-9118	Limolita verde olivo con laminaciones de limolita amarillenta.
Pb-9119	Limolita verde olivo con laminaciones de más o menos 1 mm. oscuras y claras de materia orgánica.
Pb-9120	Arenisca conglomerática.
Pb-9121	Limolita.
Pb-9122	Limolita.
Pb-9123	Arenisca.
Pb-9124	Pedernal.
Pb-9125	Limolita.
Pb-9126	Arenisca conglomerática.
Pb-9127	Pedernal.
Pb-9128	Arenisca gruesa con selenita.
Pb-9129	Selenita.
Pb-9130	Arenisca.
Pb-9131	Limolita conglomerática.
Pb-9132	Limolita conglomerática.
Pb-9133	Arenisca gruesa conglomerática masiva.

Tabla 7. Sección Cerro Pelón números de muestra y litología.

TABLA 8
Palinomorfos recuperados en
la cuenca
Tepexi-Coatzingo

Flamenco	Puente	Techacale Blanco	Zacapala	Tronco	Cerro Pelón	Zaragoza
Tepexi de Rodríguez	Tepexi de Rodríguez	Zacapala	Zacapala	San Pedro Cuayuca de A.	Coatzingo	Coatzingo
Alnipollenites	Alnipollenites	Alnipollenites	Alnipollenites	Alnipollenites	Acaciapollenites	Alnipollenites
Arecipites	Arecipites	Arecipites	Arecipites	Bromeliaceae	Alnipollenites	Arecipites
Armeria	Basiopollis	Bromeliaceae	Clavatipollenites	Clavatipollenites	Bursera	Armeria
Bursera	Bursera	Caryapollenites	Corsinipollenites	Graminidites	Caryapollenites	Clavatipollenites
Caryapollenites	Compositoipollenites	Catinipollis	Hedyosmun	Labiatae	Compositoipollenites	Chenopodipollis
Catinipollis	Chenopodipollis	Clavatipollenites	Myrtacidites	Liliacidites	Chenopodipollis	Ephedripites
Clavatipollenites	Ephedripites	Convolvulaceae	Piceapollenites	Momipites coryloides	Dalea	Momipites coryloides
Compositoipollenites	Graminidites	Chenopodipollis	Pinuspollenites	Periporopollenites	Ephedripites	Piceapollenites
Corsinipollenites	Gunnerites	Graminidites	Quercoidites	Pinuspollenites	Foveoltricolpites	Pinuspollenites
Chenopodipollis	Ilexpollenites	Gunnerites		Quercoidites	Gunnerites	Podocarpites
Ephedripites	Liliacidites	Liliacidites			Hedyosmun	Quercoidites
Graminidites	Liquidambarpollenites	Momipites coryloides			Ilexpollenites	Tiliaceae
Hedyosmun	Momipites coryloides	Myrtacidites			Liquidambarpollenites	
Intratriporopollenites	Pinuspollenites	Pinuspollenites			Momipites coryloides	
Juglanspollenites	Platycaryapollenites	Potamogetonaceapites			Momipites microcoryphaeus	
Labiatae	Taxodiaceapollenites	Pterocarya			Perforotricolpites	
Liliacidites		Quercoidites			Plicatopollis plicata	
Momipites coryloides		Taxodiaceapollenites			Potamogetonaceapites	
Myrtacidites					Quercoidites	
Normapollis					Taxodiaceapollenites	
Pinuspollenites					Tiliaceae af. Apeiba	
Platycaryapollenites					Ulmipollenites	
Potamogetonaceapites						
Pterocarya						
Quercoidites						
Reevisiapollis						
Salixipollenites						
Taxodiaceapollenites						

TABLA 8
Palinomorfos recuperados en
la cuenca
Tepexi-Coatzingo

Flamenco	Puente	Techacale Blanco	Zacapala	Tronco	Cerro Pelon	Zaragoza
Tepexi de Rodríguez	Tepexi de Rodríguez	Zacapala	Zacapala	San Pedro Cuayuca de A.	Coatzingo	Coatzingo
Brachyporisporites atratus	Biporipsilonites	Dicellaeporisporites	Hypoxylonites	Diplodites	Biporipsilonites	Diplodites
Dictyosporites	Hypoxylonites	Dicellaeporisporites delitschiapites		Papulusporonites	Dicellaeporisporites pop	Staphlosporonites
Hypoxylonites	Pluricellaesporites	Dicellaeporisporites popovii			Dicellaesporites	
Hypoxylonites megaexinus		Dictyosporites			Multicellites	
Pluricellaesporites		Dyadosporites			Polycellaesporonites	
Polycellaesporonites		Fusiformisporites			Staphlosporonites	
Polyporisporites		Hypoxylonites				
Staphlosporonites		Hypoxylonites oblongus				
		Inaperturites				
		Monoporisporites				
		Multicellaesporites				
		Multicellites				
		Multicellites lanceolatus				
		Papulusporonites				
		Pluricellaesporites				
		Pluricellaesporites simplicissimus				
		Spegazzinites				
Deltoidospora						
Laevigatosporites	Echinosporis	Deltoidospora			Polypodiites	Deltoidospora
Leptolepidites		Echinatisporis				Polypodiites
Lycopodiumsporites		Laevigatosporites				Stereosporites
Polypodiites		Polypodiisporites				
Acritarcas		Acritarcas		Acritarcas		
Botryococcus		Botryococcus		Ovoidites grandis		Spyrogira
Mougetiates		Pediastrum		Pediastrum		
Palambages				Ovoidites		
Pediastrum						

Tabla 9.

Taxa recuperados en las 11 secciones estratigráficas de la cuenca Tepexi-Coatzingo.

Familia	Familia, Género o Especie	A	B
Juglandaceae	<i>Momipites coryloides</i>	9	81%
Pinaceae	<i>Pinuspollenites</i>	9	81%
Poaceae	<i>Graminidites</i>	9	81%
Chenopodiaceae- Amaranthaceae	<i>Chenopodipollis</i>	8	72%
Ephedraceae	<i>Ephedripites</i>	8	72%
Fagaceae	<i>Quercoidites</i>	8	72%
Compositae	<i>Compositoipollenites</i>	7	63%
Taxodiaceae	<i>Taxodiaceapollenites</i>	7	63%
Betulaceae	<i>Alnus</i>	6	54%
Onagraceae	<i>Corsinipollenites</i>	6	54%
Aquifoliaceae	<i>Ilexpollenites</i>	5	45%
Burseraceae	<i>Bursera</i>	5	45%
Eucommiaceae	<i>Eucommiidites</i>	5	45%
Juglandaceae	<i>Pterocarya</i>	5	45%
Pinaceae	<i>Piceapollenites</i>	5	45%
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar</i>	4	36%
Juglandaceae	<i>Juglans</i>	4	36%
Juglandaceae	<i>Momipites microcoryphaeus</i>	4	36%
Lamiaceae	Lamiaceae	4	36%
Polygonaceae	Polygonaceae	4	36%
Ulmaceae	<i>Ulmuspollenites</i>	4	36%
Agavaceae	Agavaceae	3	27%
Bombacaceae	<i>Bombacacidites</i>	3	27%
Cyatheaceae	<i>Cyatheaceae</i>	3	27%
Cyperaceae	Cyperaceae	3	27%
Gunneraceae	<i>Gunnerites</i>	3	27%
Leguminosae	<i>Acaciapollenites</i>	3	27%
Moraceae	Moraceae	3	27%
Plumbaginaceae	<i>Armeria</i>	3	27%
Sterculiaceae	<i>Reevisiapollis</i>	3	27%
Tiliaceae	Tiliaceae	3	27%
Typhaceae	<i>Typha</i>	3	27%
Ulmaceae	<i>Ulmipollenites</i>	3	27%
Urticaceae	Urticaceae	3	27%

Columna A. Número de secciones en las que se recuperó un taxa.

Columna B. Porcentaje que indica el número de secciones en las que fue recuperado un taxa.

Para obtener el porcentaje, se tomo en cuenta, el número de secciones en las que se recuperó un taxa y se dividió entre 11 por ser este el número total de secciones estudiadas palinológicamente en la cuenca.

Se tomaron en cuenta las secciones:

- 1) Ahuehuetes, 2) Punto Triple, 3) Chigmecatitlán (Martínez & Ramírez, 1999)
- 4) Puente Atoyac y 5) Zacapala (Carranza, 2001)
- 6) Flamenco, 7) Puente, 8) Techcale Blanco, 9) Tronco, 10) Cerro Pelón, 11) Zaragoza (De este trabajo.

TABLA 10.
FAMILIAS RECUPERADAS EN LA CUENCA TEPEXI-COATZINGO

1	Acanthaceae	38	Labiatae
2	Aceraceae	39	Leguminosae
3	Agavaceae	40	Liliaceae
4	Alismataceae	41	Loranthaceae
5	Anacardiaceae	42	Malpighiaceae
6	Annonaceae	43	Malvaceae
7	Apocynaceae	44	Melastomataceae
8	Aquifoliaceae	45	Meliaceae
9	Arecaceae (Palmae)	46	Moraceae
10	Betulaceae	47	Myrtaceae
11	Bignoniaceae	48	Onagraceae
12	Bombacaceae	49	Pandanaceae
13	Boraginaceae	50	Pinaceae
14	Bromeliaceae	51	Platanaceae
15	Burseraceae	52	Plumbaginaceae
16	Buxaceae	53	Poaceae (Graminea)
17	Cactaceae	54	Podocarpaceae
18	Caryophyllaceae	55	Polemoniaceae
19	Castanaceae	56	Polygalaceae
20	Cecropiaceae	57	Polygonaceae
21	Clethraceae	58	Pontederiaceae
22	Compositae	59	Portulacaceae
23	Convolvulaceae	60	Potamogetonaceae
24	Cyperaceae	61	Restionaceae
25	Chenopod-Amaran	62	Rosaceae
26	Chlorantaceae	63	Rutaceae
27	Dioscoreaceae	64	Salicaceae
28	Droseraceae	65	Sapindaceae
29	Ephedraceae	66	Sapotaceae
30	Eucommiaceae	67	Scrophulariaceae
31	Euphorbiaceae	68	Solanaceae
32	Fagaceae	69	Sterculiaceae
33	Gesneriaceae	70	Taxodiaceae
34	Gunneraceae	71	Tiliaceae
35	Hamamelidaceae	72	Typhaceae
36	Hippocastanaceae	73	Ulmaceae
37	Juglandaceae	74	Urticaceae

- Familias ordenadas en orden alfabético.
- Se consideraron las 11 secciones estratigráficas estudiadas polínicamente en la cuenca Tepexi-Coatzingo.

Tabla 11

En esta tabla se observan los tipos climáticos Columnas 1; 2, 3 y 4 (FRÍO, TEMPLADO, SUBTROPICAL y TROPICAL, respectivamente) donde de manera general, hoy día se encuentran presentes estas familias.

Así como su tipo de polinización Columnas A y B (ANEMÓFILA y ENTOMÓFILA, respectivamente).

Presente Ausente

FAMILIA Y AUTOR	1	2	3	4	A	B
Acanthaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Aceraceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Agavaceae Endl.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Alismataceae Vent.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amaranthaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anacardiaceae Lindl.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Annonaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Apocynaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Aquifoliaceae Bartl.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Betulaceae S.F. Gray	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bignoniaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bombacaceae Kunth	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Boraginaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bromeliaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Burseraceae Kunth	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Buxaceae Dum.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cactaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Caryophyllaceae Juss	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cecropiaceae	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Clethraceae Klotzsch.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Compositae Giseke	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Convolvulaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cyperaceae Juss.	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chenopodiaceae Vent.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chloranthaceae R. Br.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dioscoreaceae R. Br.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Droseraceae Salisb.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Eucommiaceae Van Tiegh.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Euphorbiaceae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fagaceae Dum.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesneriaceae Dum.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Gramineae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gunneraceae Endl.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hamamelidaceae R. Br.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hippocastanaceae DC.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Juglandaceae A. Rich. ex Kunth	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Labiatae Juss.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Leguminosae-Caesalpinioideae Kunth	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Leguminosae-Mimosoideae Kunth	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Liliaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Loranthaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Malpighiaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Malvaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Melastomataceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Meliaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Moraceae Link	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Myrtaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Onagraceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Palmae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pandanaceae R. Br.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Platanaceae Dum.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Plumbaginaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Polemoniaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Polygalaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Polygonaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Polygonaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Portulacaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Potamogetonaceae Dum.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Restionaceae R. Br.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Rosaceae L.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Rutaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Salicaceae Mirbel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sapindaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sapotaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Scrophulariaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Solanaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sterculiaceae Vent.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tiliaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Typhaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ulmaceae Mirb.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Urticaceae Juss.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Definición de los tipos climáticos utilizados en la Tabla 11

Hoy el concepto de clima se refiere a circunstancias meteorológicas y físico-geográficas, y no solo a las geográficas. El clima depende, además de la latitud, del suelo y de la variación de la atmósfera.

Puede definirse como el estado medio del tiempo en una localidad determinada. Para definir el clima de una localidad, es importante conocer datos como la radiación, temperatura, humedad, nubes, lluvia, tempestades, presión y viento.

Siendo la temperatura uno de los elementos de mayor importancia del clima, se ha dividido la Tierra en cinco zonas: la tropical, entre los dos trópicos, las templadas entre los trópicos y los círculos polares y las glaciales. Pero no puede decirse que estas zonas

constituyan una demarcación bien determinada para los climas físicos, en la que influye la distribución heterogénea de continentes, así como el nivel del mar.

La clasificación de Köppen, constituye el mejor ejemplo de clasificación empírica y es uno de los esquemas más conocidos y de mayor aplicación por los geógrafos. Su idea de partida, es que la vegetación natural u original, constituye un indicador del clima, y algunas de sus categorías se apoyan precisamente en los límites climáticos de ciertas formas vegetales. Los climas son definidos por los valores medios anuales y mensuales de las temperaturas y las precipitaciones, y con estos criterios diferencia cinco grandes grupos, reconocidos mediante letras mayúsculas y que a continuación se describen:

- A: Clima tropical lluvioso. Todos los meses la temperatura media es superior a 18° C. No existe estación invernal y las lluvias son abundantes.
- B: Climas secos. La evaporación es superior a la precipitación y no hay excedente hídrico.
- C: Climas templados y húmedos. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18° y -3° C, y la media del mes más cálido supera los 10° C.
- D: Climas templados de invierno frío. la temperatura media del mes más frío es inferior a -3° C y la del mes más cálido está por encima de 10° C.
- E : Climas fríos. No tienen estación cálida y el promedio mensual de las temperaturas es siempre inferior a 10° C. Cuando el mes más cálido oscila entre 0 y 10° C de temperatura media, el autor diferencia el grupo ET (clima de tundra) y en el caso de que ningún mes supere los 0° C de media el grupo EF (clima de hielo permanente).

Clima	Media de temperatura anual	Media de temperatura del mes más frío
Tropical	Arriba de 22°C.	Arriba de 18°C.
Subtropical	Entre 11 y 16°C.	-3 a 5°C. (Wolfe, 1969).
Templado	Entre 18 y -3°C	Superior a -3°C
Frío	Siempre menor a 10° C	Entre 0 y 10°C

De manera general, los tipos climas se resumen de la siguiente manera de acuerdo con Köppen.

Definición de los términos anemófilo y entomófilo

¿Qué es la polinización?

El término polinización hace referencia al desplazamiento o traslado del polen desde una flor que lo produce, a otra flor de su misma especie, que en principio, que lo recibe. Este fenómeno tan sencillo a primera vista, trae asociado unas consecuencias inmediatas y de gran trascendencia, como son la formación del fruto y la formación de la semilla, que le servirá al vegetal para perpetuar su especie y multiplicarse.

En realidad, las plantas se pueden multiplicar también mediante otros sistemas, por la general a partir de porciones de la planta capaces de regenerar todo el organismo vegetal, pero estas modalidades tienen mucha menos importancia biológica que la reproducción por semilla, que con sus variadas formas, es el último eslabón de un largo proceso natural que lo precede, en una sucesión flor-fruto-semilla, consecuencia directa de la polinización.

Los tipos de polinización

Aunque muchos vegetales son hermafroditas, es decir, tienen ambos aparatos reproductores (masculino y femenino) localizados en la misma flor, casi nunca se reproducen juntos (autogamia) y el polen de una flor viaja a otra flor de su misma especie, u otra de características muy similares, para fecundarla. Esto es lo que se conoce como fecundación cruzada o heterogamia. Este fenómeno confiere a la descendencia un aumento de las posibilidades de supervivencia al mismo tiempo que una dotación genética distinta y variable, de tal manera que la norma común en todos los vegetales y sobre todo en aquellos de interés agrícola, es precisamente este tipo de fecundación, que genera asimismo mayores resultados productivos en las cosechas.

En líneas generales, hay tres tipos de polinización: se llama **anemófila** cuando el polen llega a las flores transportado por el viento; **hidrófila** cuando el transporte lo realiza el agua, y por último **zoófila** cuando corre a cargo de un animal. Este último caso es mucho más frecuente y eficaz. Dentro de la polinización zoófila, sin duda la más importante es la entomófila, o sea, la polinización realizada por insectos polinizadores.

TABLA 12

		Matriz Básica de Datos (BDM)										
		Ahueh	Punto	Chigm	Patoy	Zacap	Flamen	Puente	Techcal	Tronco	Cpelon	Zarag
		M&R	M&R	M&R	C2001	C01-03	C 2004	C 2004	C 2004	C 2004	C 2004	C 2004
1	Acanthaceae	Acanthacidites	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Agavaceae	Agavaceae	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	Alismataceae	Sagittaria	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	Anacardiaceae	Anacardiaceae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5	Anacardiaceae	Rhus	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
6	Annonaceae	Annonaceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	Anthocerotaceae	Anthocerotaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Apocinaceae	Rhabdadenia	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Aquifoliaceae	Ilexpollenites	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
10	Arecaceae	Arecipites	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
11	Arecaceae	Catinipollis	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
12	Betulaceae	Alnipollenites	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
13	Betulaceae	Corylus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Bignoniaceae	Bignoniaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Bombacaceae	Bombacacidites	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
16	Boraginaceae	Boraginaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Boraginaceae	Cordia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
18	Bromeliaceae	Bromeliaceae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
19	Burseraceae	Bursera	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
20	Buxaceae	Erdtmanipollis ?	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
21	Cactaceae	Cactaceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
22	Caesalpinaceae	Caesalpinipollenites	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
23	Caryophyllaceae	Caryophyllaceae	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24	Castanaceae	Castanea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	Cecropiaceae	Cecropia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
26	Clethraceae	Clethraceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Compositae	Compositoipollenites	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
28	Convolvulaceae	Perfotricolpites	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
29	Cyatheaceae	Cyatheaceae	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
30	Cycadeoidaceae	Cycadopites	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
31	Cyperaceae	Cyperaceae	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
32	Chenopod-Amaran	Chenopodipollis	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
33	Chlorantaceae	Clavatipollenites	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
34	Chlorantaceae	Hedyosmun	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
35	Dioscorea	Dioscorea	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
36	Droseraceae	Drosera	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Ephedraceae	Ephedripites	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
38	Eucommiaceae	Eucommiidites	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
39	Euphorbiaceae	Alchornea sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
40	Euphorbiaceae	Euphorbia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	Fagaceae	Cupuliferoideaepollenites	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
42	Fagaceae	Cupuliferoipollenites	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
43	Fagaceae	Quercoidites	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
44	Gesneriaceae	Gesneriaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
45	Gunneraceae	Gunnerites	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0

Palinoestratigrafía de la cuenca Tepexi-Coatzacoahuac

		Ahueh	Punto	Chigm	Patoy	Zacap	Flamen	Puente	Techcal	Tronco	Cpelon	Zarag
		M&R	M&R	M&R	C2001	C01-03	C 2003	C 2003	C 2003	C 2003	C 2003	C 2003
46	Hamamelidaceae	Liquidambarpollenites	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
47	Hippocastanaceae	Aesculiidites	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
48	Isotaceae	Isotaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	Juglandaceae	Caryapollenites	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
50	Juglandaceae	Juglanspollenites	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
51	Juglandaceae	Momipites	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
52	Juglandaceae	Normapolles	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
53	Juglandaceae	Platycaryapollenites	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
54	Juglandaceae	Plicatopollis	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
55	Juglandaceae	Pterocarya	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
56	Lamiaceae	Lamiaceae	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
57	Leguminosae	Acaciapollenites	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
58	Leguminosae	Dalea	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
59	Leguminosae	Leguminosae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
60	Liliaceae	Liliacidites	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
61	Loranthaceae	Nuxpollenites	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
62	Malpighiaceae	Malpighiaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
63	Malvaceae	Malvacipollis	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
64	Melastomataceae	Heterocolpites	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
65	Meliaceae	Meliaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	Moraceae	Dorstenia	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
67	Moraceae	Moraceae	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
68	Myrtaceae	Myrtaceidites	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
69	Onagraceae	Corsinipollenites	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
70	Onagraceae	Fuchsia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	Onagraceae	Ludwigia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	Pandanaceae	Pandanites	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
73	Pinaceae	Abiespollenites	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
74	Pinaceae	Piceapollenites	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
75	Pinaceae	Pinuspollenites	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
76	Pinaceae	Rugubivesiculites	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
77	Platanaceae	Platanus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	Plumbaginaceae	Armeria	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
79	Poaceae	Graminidites	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
80	Podocarpaceae	Dacrydium	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
81	Podocarpaceae	Podocarpites	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
82	Polemoniaceae	Loeselia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
83	Polygalaceae	Polygalaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
84	Polygonaceae	Polygonaceae	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
85	Pontederaceae	Pontederaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
86	Portulacaceae	Portulacaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
87	Potamogetonaceae	Potamogetonaceapites	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
88	Restionaceae	Aglaoreidia cyclops	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
89	Restionaceae	Aglaoreidia pristina	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
90	Restionaceae	Milfordia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
91	Rosaceae	Rosaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
92	Rutaceae	Rutaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Palinoestratigrafía de la cuenca Tepexi-Coatzingo

			Ahueh	Punto	Chigm	Patoy	Zacap	Flamen	Puente	Techcal	Tronco	Cpelon	Zarag
			M&R	M&R	M&R	C2001	C01-03	C 2003	C 2003	C 2003	C 2003	C 2003	C 2003
93	Salicaceae	Populus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
94	Salicaceae	Salixipollenites	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
95	Sapindaceae	Sapindaceae	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
96	Sapotaceae	Sapotaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
97	Scrophulariaceae	Scrophulariaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	Solanaceae	Solanaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
99	Sterculiaceae	Reevisiapollis	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
100	Sterculiaceae	Sterculiaceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
101	Taxodiaceae	Taxodiaceapollenites	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
102	Tiliaceae	Heliocarpus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
103	Tiliaceae	Intratropopollenites	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
104	Tiliaceae	Triumfetta	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
105	Typhaceae	Typha	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
106	Ulmaceae	Ulmuspollenites	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
107	Urticaceae	Urticaceae	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

LISTA SISTEMÁTICA DE MICROFÓSILES
(ÍNDICE PALINOMORFOS DE LA CUENCA)

ACRITARCAS

TAXA	AUTOR	PAG.
<i>Acritarca</i>	Evitt 1963b.	39

ALGAS

TAXA	AUTOR	PAG.
<i>Botryococcus</i>	Kützing 1845.	40
<i>Pediastrum</i>	Meyen 1829.	40
<i>Mougeotiates</i>	Barlinge & Paradkar 1982.	41
Ovoidites	Potonié 1951 ex Krutzsch 1959.	41
<i>Ovoidites grandis</i>	(Pocock) n. comb.	41
<i>Palambages morulosa</i>	Wetzel 1933.	42
<i>Spirogyra</i>	Link 1820.	42

FUNGOSPORAS

TAXA	AUTOR	PAG.
<i>Biporipsilonites</i>	Kalgutkar & Jansonius 2000.	44
<i>Brachyporisporites</i>	Lange & Smith 1971.	44
<i>Brachyporisporites atratus</i>	Kalgutkar 1993.	41
<i>Dicellaesporites</i>	(Elsik, 1968) Sheffy & Dilcher, 1971.	45
<i>Dicellaesporites delitschiapites</i>	(Kalgutkar & Sigler) Kalgutkar 1997.	45

<i>Dicellaesporites popovii</i>	Elsik 1968.	45
<i>Dictyosporites</i>	Felix 1894.	46
<i>Dictyosporites paradkrarii</i>	Kalgutkar & Jansonius 2000.	46
<i>Diplodites</i>	Teterevnikova-Babaian & Taslakhchian 1973, ex Kalgutkar, Nambudiri & Tidwell 1993.	47
<i>Dyadosporites</i>	Van der Hammen ex Clarke 1965.	47
<i>Fusiformisporites</i>	(Rouse, 1962) Elsik 1968 a.	48
<i>Hypoxylonites</i>	Elsik 1990 a.	48
<i>Hypoxylonites megaexinus</i>	Elsik 1990 a.	49
<i>Hypoxylonites oblongus</i>	Elsik n. sp.	49
<i>Inaperturites</i>	Van der Hammen ex Rouse 1959.	50
<i>Inaperturites rotundus</i>	Ke & Shi 1978.	50
<i>Monoporisporites</i>	Van der Hammen 1954.	51
<i>Multicellites</i>	Kalgutkar 1997.	51
<i>Multicellites lanceolatus</i>	Ke & Shi 1978.	51
<i>Papulusporonites</i>	Schmiedeknecht & Schwab 1964.	52
<i>Pluricellaesporites</i>	(V. D. Hammen, 1954) Sheffy & Dilcher, 1971.	52
<i>Spegazzinites</i>	Felix 1894.	53
<i>Staphlosporites</i>	Sheffy & Dilcher 1971.	53

ESPORAS

ESPORAS TRILETE

FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE	AUTOR	PAG.
Lycopodiaceae	<i>Lycopodiumsporites</i>	Thiergart 1938 ex Delcourt & Sprumont 1955.	54
Gleicheniaceae	<i>Deltoidospora</i>	Miner 1935 emend. Potonié 1956.	55
Selaginellaceae	<i>Echinatisporis</i>	Krutzsch 1959.	55

ESPORAS MONOLETE

FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE	AUTOR	PAG.
Polypodiaceae	<i>Echinosporis</i>	Krutzsch 1969.	57
Polypodiaceae	<i>Laevigatosporites</i>	Ibrahim 1933 emend Shopf, Wilson et Bentall, 1944.	57
Polypodiaceae	<i>Laevigatosporites haardtii</i>	(R. Potonié et Venitz 1934) Thomson et Pflug, 1953.	54
Polypodiaceae	<i>Polypodiisporites</i>	Khlonova 1961.	58
Polypodiaceae	<i>Polypodiites</i>	Ross 1949.	58

POLEN

GIMNOSPERMAS

FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE	AUTOR	PAG.
Ephedraceae	<i>Ephedripites</i>	Bolkhovitina 1953 ex Potonié 1958 emend. Krutzsch 1961.	59
Ephedraceae	<i>Ephedripites ovalis</i>	Muller 1968.	59
Pinaceae	<i>Piceapollenites</i>	Potonié, 1931.	60
Pinaceae	<i>Pinuspollenites</i>	Raatz ex R. Potonié, 1958.	61
Podocarpaceae	<i>Podocarpites</i>	Cookson ex Couper 1953.	61
Taxodiaceae	<i>Taxodiaceapollenites</i>	Potonié 1958.	62
Taxodiaceae	<i>Taxodiaceapollenites hiatus.</i>	(Potonié) Kremp 1959	62

ANGIOSPERMAS
(DICOTILEDÓNEAS)

FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE	AUTOR	PAG.
Asteraceae	<i>Compositoipollenites</i>	R. Potonié 1960.	62
Aquifoliaceae	<i>Ilexpollenites</i>	Thiergart 1937 ex R. Potonié 1960.	64
Betulaceae	<i>Alnipollenites</i>	Potonié 1960.	64
Betulaceae	<i>Alnipollenites metaplasmus</i>	(Potonié) Potonié 1960.	64
Betulaceae	<i>Alnipollenites verus</i>	Potonié 1931 ex Potonié 1960.	64
Burseraceae	<i>Bursera</i>		65
Convolvulaceae	<i>Perforotricolpites</i>	González 1967.	66

Chenopodiaceae- Amaranthaceae	<i>Chenopodipollis</i>	Krutzsch 1966.	66
Chlorantaceae	<i>Clavatipollenites</i>	Couper 1958 emend. Kemp 1968.	67
<i>Chlorantaceae</i>	<i>Hedyosmum</i>	Sw.	67
Fagaceae	<i>Quercoidites</i>	Potonié, Thompson & Thiergart 1950 ex Potonié 1960.	68
Gunneraceae	<i>Gunnerites</i>	Cookson et Pike 1954.	69
Hamamelidaceae	<i>Liquidambarpollenites</i>	Raatz 1937 ex Potonié 1960.	69
Juglandaceae	<i>Caryapollenites</i>	Raatz (1937) 1938 ex. R. Potonié 1960 emend. Krutzsch 1961 ^a .	70
Juglandaceae	<i>Caryapollenites polarannulus</i>	M. R. Sun, 1989.	70
Juglandaceae	<i>Caryapollenites simplex</i>	(Potonié) Raatz, 1937.	70
Juglandaceae	<i>Momipites</i>	Wodehouse 1933, emend. Frederiksen & Christopher 1978.	70
Juglandaceae	<i>Momipites coryloides</i>	Wodehouse 1933.	71
Juglandaceae	<i>Momipites microcoryphaeus</i>	(Potonié) Thompson & Pflug 1953.	72
Juglandaceae	<i>Momipites triradiatus</i>	Nichols 1973.	72
Juglandaceae	<i>Normapolles</i>		72
Juglandaceae	<i>Basopollis</i>	Pflug 1953.	72
Juglandaceae	<i>Platycaryapollenites</i>	Nagy 1969.	74
Juglandaceae	<i>Plicatopollis</i>	Krutzsch 1962a.	74
Juglandaceae	<i>Plicatopollis plicata</i>	(Potonié) Krutzsch.	72
Labiatae	<i>Retistephanocolpites</i>	Leidenmeyer 1966.	75
Leguminosae	<i>Acaciapollenites</i>	Mildenhall 1972.	76
Leguminosae	<i>Dalea</i>	L. 1759	76
Myrtaceae	<i>Myrtaceidites</i>	Cookson & Pike 1954 emend. Potonié 1960.	77
Onagraceae	<i>Corsinipollenites</i>	Nakoman 1965.	78
Onagraceae	<i>Corsinipollenites crasigranulatus</i>		78
Plumbaginaceae	<i>Armeria</i>	(DC) Willd.	79
Polemoniaceae	<i>Periporopollenites</i>	Thomson & Pflug 1953.	79
Salicaceae	<i>Salixipollenites</i>	S. K. Srivastava, 1966.	80

Sterculiaceae	<i>Revisiapollis</i>	Krutzsch 1970.	80
Tiliaceae	<i>Triumfetta</i>		81
Ulmaceae	<i>Ulmipollenites miocaenicus</i>	Nagy 1969.	81

(MONOCOTILEDÓNEAS)

FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE	AUTOR	PAG.
<i>Arecaceae</i>	<i>Arecipites</i>	(Wodehouse 1933) Nichols <i>et al.</i> , 1973.	82
<i>Arecaceae</i>	<i>Arecipites paraleolatus</i>	(Kr.) Krutzsch 1970.	82
<i>Arecaceae</i>	<i>Arecipites variegatus</i>	(Couper 1953) Krutzsch 1970.	83
Bromeliaceae	Bromeliaceae		83
Liliaceae	<i>Liliacidites</i>	Couper 1953.	84
Poaceae	<i>Graminidites</i>	Potonié 1960a.	84
Potamogetonaceae	<i>Potamogetonaceapites</i>	Biswas 1962.	85

INSERTAE SEDIS

GÉNERO/ESPECIE	AUTOR	PAG.
<i>Psilatricolpites simplex</i>	González 1967.	86
<i>Retitricolporites ecuatorialis</i>	González 1967.	86

LÁMINA 1

Acritarca

(L.1. Figura; 1)

Muestra Pb-9168-2. Coordenadas 110.1x9.7. Tamaño 18 micras de diámetro.

Algas

Botryococcus

(L.1. Figura; 2 y 3)

Muestra Pb-9239-8. Coordenadas 18.5x91.4. Tamaño.74 micras de diámetro.

Mougeotiates

(L.1. Figura; 4)

Muestra Pb-9236-2. Coordenadas 137.8x22.6. Tamaño.160 a 170 micras de largo por 110 a 120 micras de ancho.

Ovoidites

(L.1. Figura; 5)

Muestra Pb-9171-3. Coordenadas 115.1x6.4. Tamaño. 38 micras de largo por 30 micras de ancho.

Ovoidites grandis

(L.1. Figura; 6)

Muestra Pb-9239-10. Coordenadas 10x96.4 Tamaño. 178 micras de largo por 40 micras de ancho.

Alga no identificada

(L.1. Figura; 7)

Muestra Pb-9272-5. Coordenadas 113.9x15.9 Tamaño. 69 micras de largo por 45 micras de ancho.

Algas no identificadas

(L.1. Figura; 8)

Muestra Pb-9272-5. Coordenadas 129.4x11.7.

Fungosporas

Biporipsilonites

(L.1. Figura; 9)

Muestra Pb-9272-5. Coordenadas 20.9x90. Tamaño 80 micras de largo por 32 micras de ancho.

Algas, fungosporas, esporas y polen fósiles recuperados en la cuenca Tepexi-Coatzingo

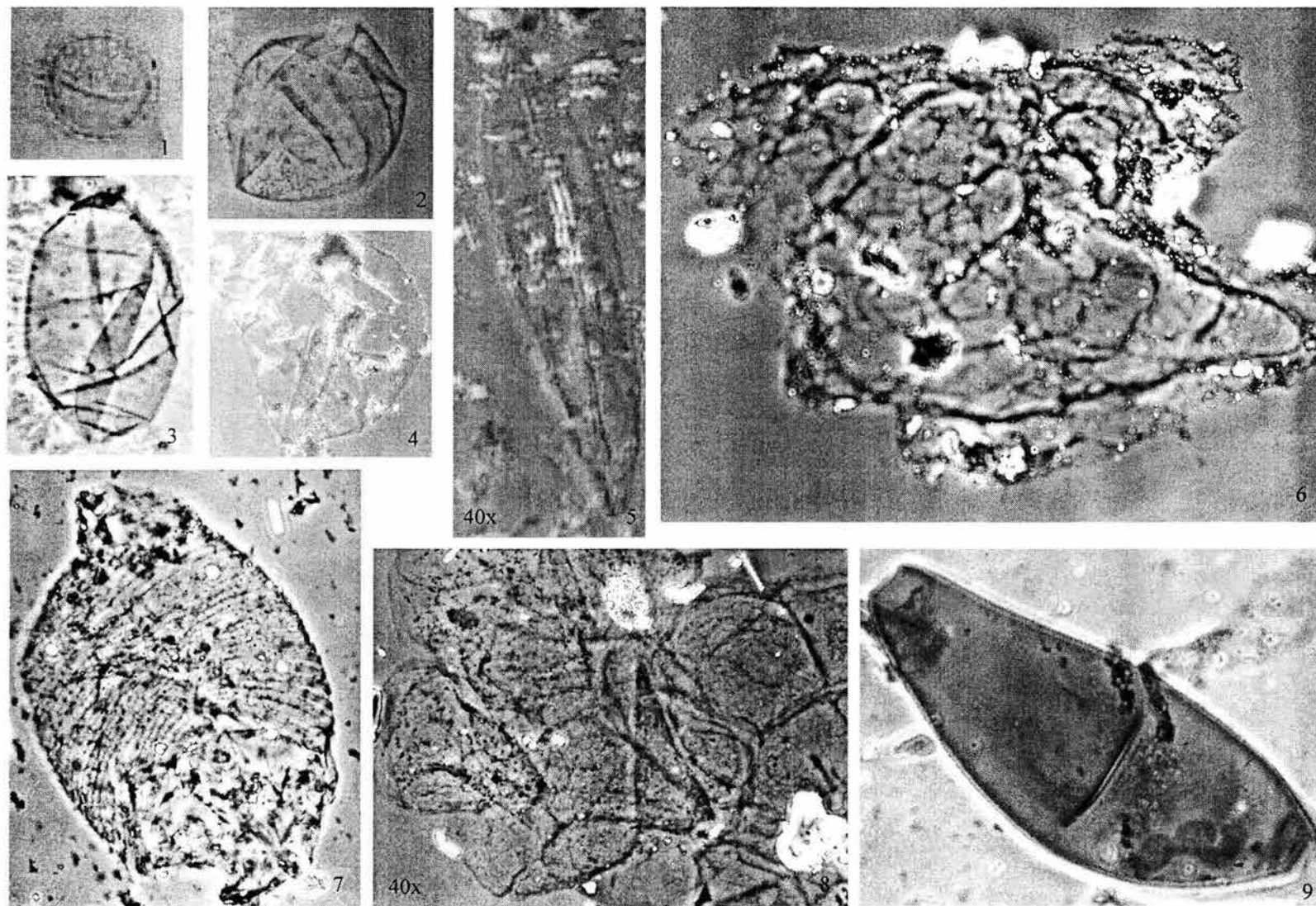


LÁMINA 1

LÁMINA 2

Brachyporites ssp.

(L.2. Figura; 10, 11 y 12)

Muestra Pb-9239-13. Coordenadas 17.2x96.8. Tamaño 36 micras de largo por 20 micras de ancho. (Figura 10).

Dicellaesporites

(L.2. Figura; 13)

Muestra Pb-9159-1. Coordenadas 115x13.5. Tamaño 33 micras de largo por 14 micras de ancho.

Dicellaesporites delitschiapites

(L.2. Figura; 14)

Muestra Pb-9159-2. Coordenadas 107.4x19.2. Tamaño 34 micras de largo por 17 micras de ancho.

Dicellaesporites popovii

(L.2. Figura; 15)

Muestra Pb-9159-1. Coordenadas 105x2. Tamaño 23 micras de largo por 13 micras de ancho.

Dyctiosporites spp.

(L.2. Figura; 16 y 17)

Muestra Pb-9159-1. Coordenadas 110.1x4.1. Tamaño 34 micras de largo por 12 micras de ancho (Figura 16)

Diplodites

(L.2. Figura; 18)

Muestra Pb-9162-1. Coordenadas 100.2x14.1. Tamaño 15 micras de largo por 7 micras de ancho.

Dyadosporites

(L.2. Figura; 19)

Muestra Pb-9159-1. Coordenadas 107.1x4.1. Tamaño 24 micras de largo por 19 micras de la parte más ancha.

Hypoxytonites megaexinus

(L.2. Figura; 20)

Muestra Pb-9239-10. Coordenadas 17.5x93.1. Tamaño 27.2 micras de largo por 12.8 micras de ancho.

LÁMINA 2

Hypoxylonites oblongus

(L.2. Figura; 21)

Muestra Pb-9159-1. Coordenadas 109.4x4.6. Tamaño 20 micras de largo por 16 micras de ancho.

Hypoxylonites sp. 3

(L.2. Figura; 22)

Muestra Pb-9239-13. Coordenadas 17.5x93.1. Tamaño 24 micras de largo por 13 micras de ancho.

Hypoxylonites (Tétrada)

(L.2. Figura; 23)

Muestra Pb-9239. Coordenadas Tamaño, cada célula mide 12x8 micras.

Inaperturites

(L.2. Figura; 24)

Muestra Pb-9159-1. Coordenadas 110x15.2. Tamaño 28 micras de diámetro aproximadamente.

Multicellites

(L.2. Figura; 25, 26, 27 y 28)

Muestra Pb-9159-1. Coordenadas 109.4x4.6. Tamaño 20 micras de largo por 16 micras de ancho.

Muestra Pb-9272-4. Coordenadas 15.4x152.5. Tamaño 19 micras de largo por 8 micras de ancho.

Multicellites lanceolatus

(L.2. Figura; 29)

Muestra Pb-9159-1. Coordenadas 109 x8.6. Tamaño 41 micras de largo por 11 micras de ancho.

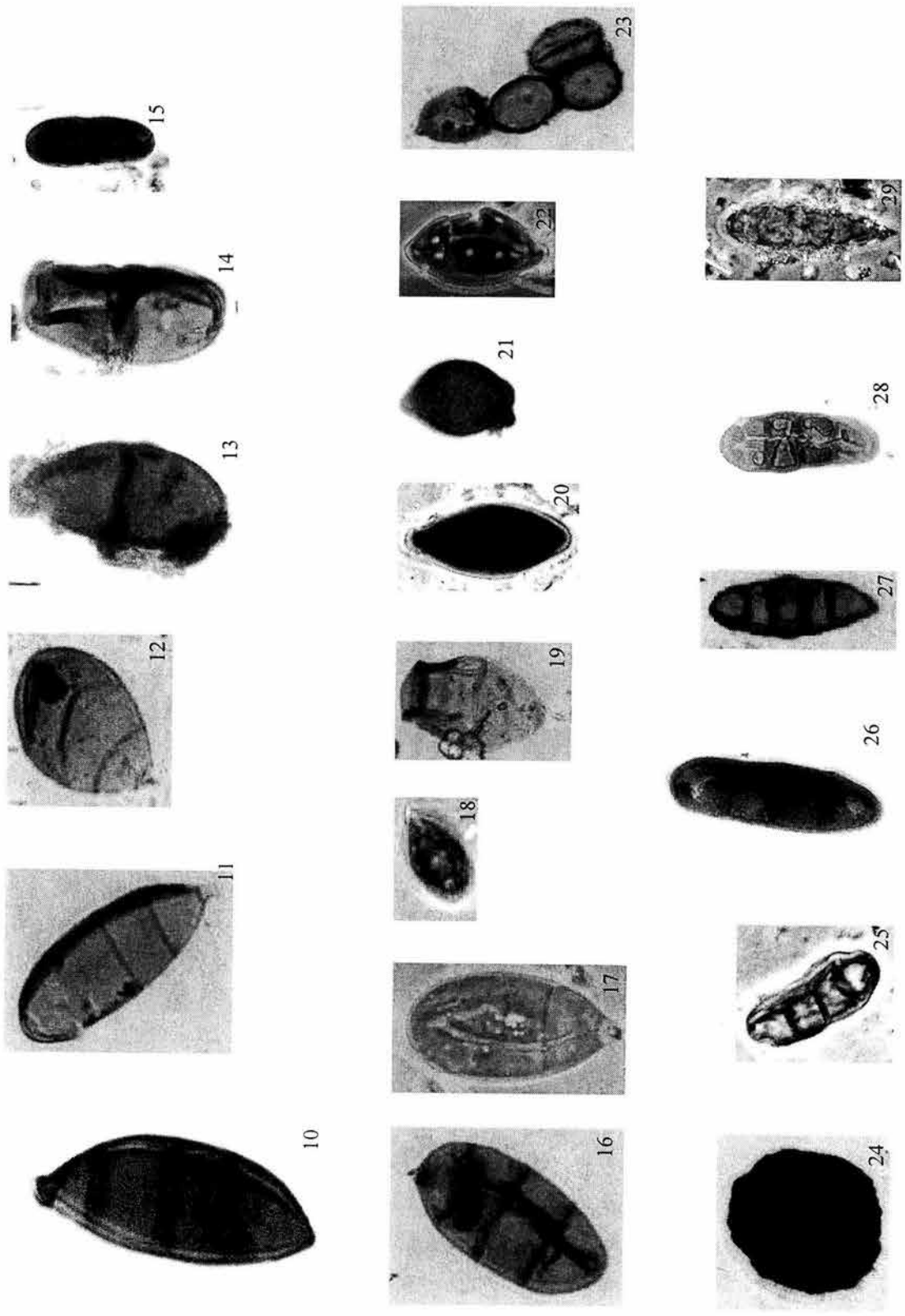


LÁMINA 2

LÁMINA 3

Staphlosporites

(L.3. Figura; 30)

Muestra Pb-9149-2. Coordenadas 103.1x15.4. Tamaño 61 micras de largo por 13 micras de ancho.

Pluricellaesporites

(L.3. Figura; 31)

Muestra Pb-9239-10. Coordenadas 14.1x85.6 . Tamaño 55 micras de largo por 26 de ancho.

Fungospora no identificada

(L.3. Figura; 32)

Muestra Pb-239-9. Coordenadas 139.7x23.4. Tamaño 63 micras de largo por 26 micras de ancho.

Papulusporonites

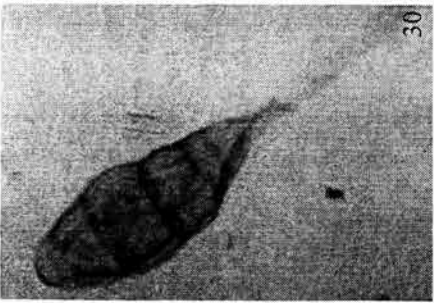
(L.3. Figura; 33)

Muestra Pb-9159-2. Coordenadas 111.1x5.5. Tamaño 80 micras de diámetro.

Esporas trilete

No identificada

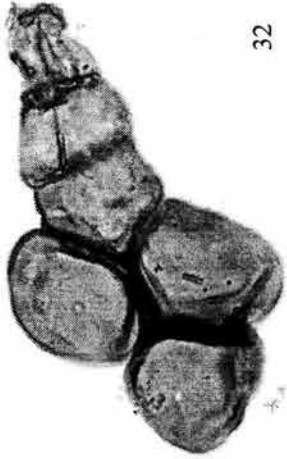
(L.3. Figura; 34, 35, 36, 37)



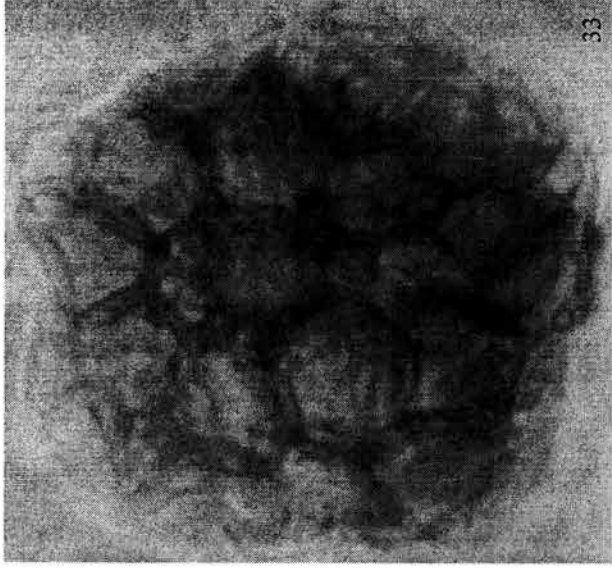
30



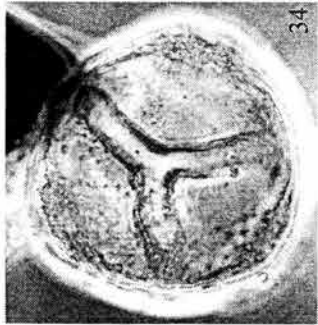
31



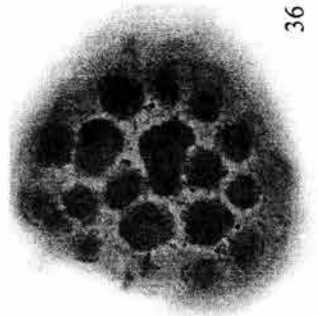
32



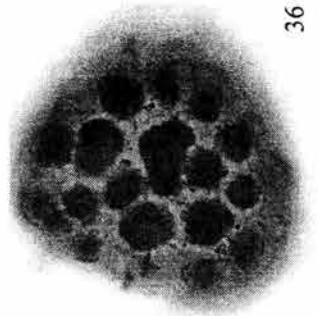
33



34



35



36



LÁMINA 3

LÁMINA 4

Esporas trilete

No identificada
(L.4. Figura; 44)

Deltoidospora
(L.4. Figura; 38 y 39)

Muestra 9542-1. Coordenadas 11.7x138.8. Tamaño +/- 45 micras.

Echinatisporis
(L.4. Figura; 40)

Muestra Pb-9168-2. Coordenadas 102.9x12.4. Tamaño 44x36 micras.

Lycopodiumsporites
(L.4. Figura; 41)

Muestra Pb-9255-1. Coordenadas 17.4x146. Tamaño aproximadamente 50 micras de diámetro.

Stereosporites
(L.4. Figura; 42)

Muestra Pb-9542-2. Coordenadas 19.4x141. Tamaño 45 micras en vista polar.

Esporas monolete

Polypodiites
(L.4. Figura; 43)

Muestra Pb-9168-2. Coordenadas 102.1x10.2. Tamaño 44x36.

Laevigatosporites
(L.4. Figura; 45)

Muestra Pb-9168-2. Coordenadas 102.1x10.2. Tamaño 40x20.

Polen de gimnospermas

Ephedripites
(L.4. Figura; 46)

Muestra Pb-9116-3. Coordenadas 8.2x139.9. Tamaño 48x22 micras.

Piceapollenites
(L.4. Figura; 47)

Muestra Pb-9253-2. Coordenadas 13.3x140.4. Tamaño 120x68 micras.

Podocarpites
(L.4. Figura; 48)

Muestra Pb-9542. Tamaño 90x40 micras.

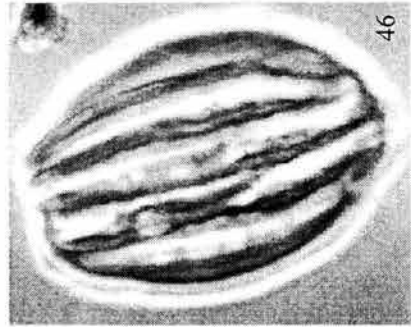
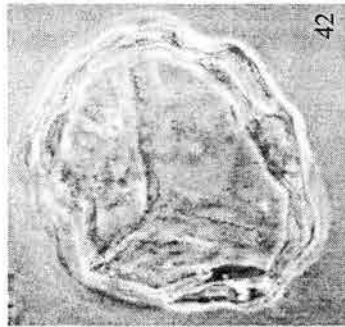
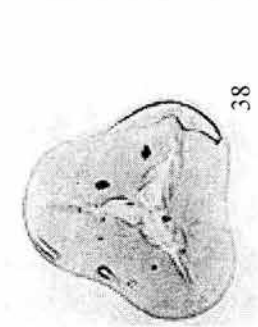
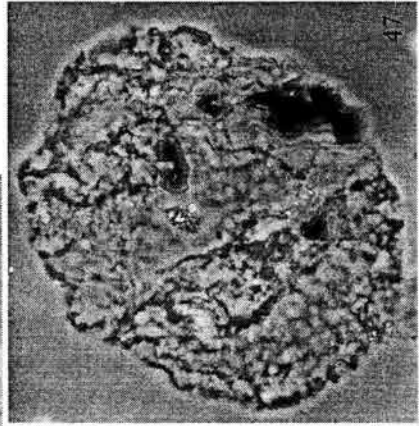
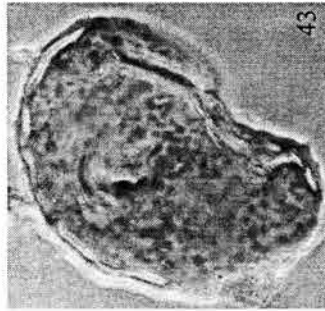
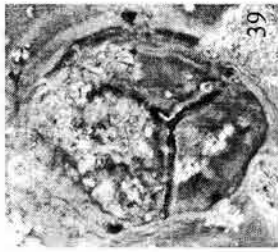
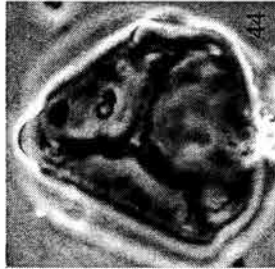
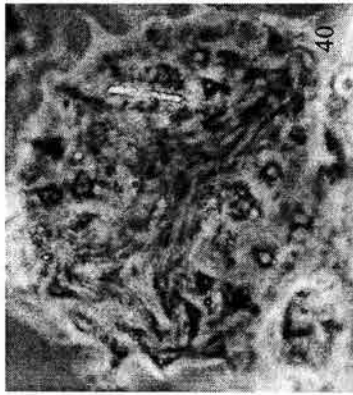
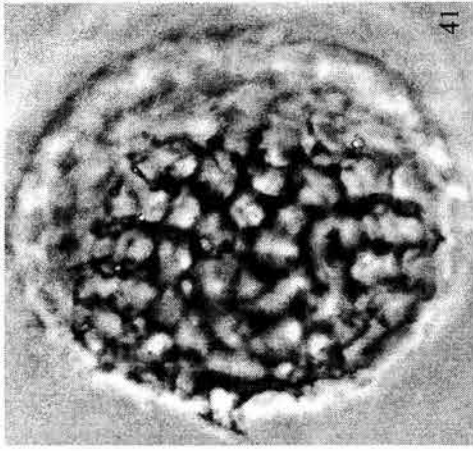


LÁMINA 4

LÁMINA 5

Pinuspollenites

(L.5. Figura; 49)

Muestra Pb-9541-1. Coordenadas 16.5x140.7. Tamaño 128x70 micras.

Rugubivesiculites

(L.5. Figura; 50)

Muestra Pb-9235-3. Coordenadas 109.5x15.3. Tamaño 76x40 micras.

Taxodiaceapollenites

(L.5. Figura; 51)

Muestra Pb-9248-2. Coordenadas 15.5x135.7. Tamaño 37 micras de diámetro.

Polen de angiospermas (Dicotiledóneas)

Compositoipollenites

(L.5. Figura; 52 y 53)

Muestra Pb-9248-2. Coordenadas 11.7x141. Tamaño 25 micras.

Ilexpollenites

(L.5. Figura; 54)

Tamaño 14 micras el eje ecuatorial.

Alnipollenites

(L.5. Figura; 55 y 56)

Muestra Pb-9248-2. Coordenadas 16.1x137.9. Tamaño 32 micras (4 poros).

Burseraceae

(L.5. Figura; 57)

Tamaño 27 micras eje polar.

Perforotricolpites

(L.5. Figura; 62)

Muestra Pb-. Coordenadas. Tamaño 74x40 micras.

Chenopodipollis

(L.5. Figura; 58)

Muestra Pb-9248. Coordenadas 109.1x6.1. Tamaño de 25 a 30 micras.

Clavatipollenites

(L.5. Figura; 59)

Muestra Pb-9171-3. Coordenadas 20.4x77.3. Tamaño 44x21 micras.

Hedyosmum

(L.5. Figura; 60)

Muestra Pb-9116-3. Coordenadas 7.5x133.4. Tamaño 30 micras.

Quercoidites

(L.5. Figura; 61)

Muestra Pb-9171-3. Coordenadas 102.3x15.3. Tamaño 44x33.

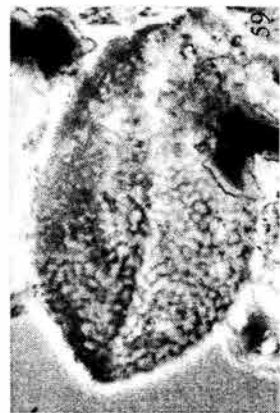
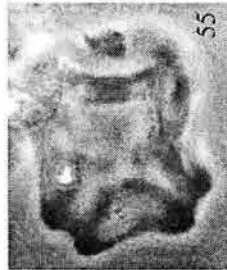
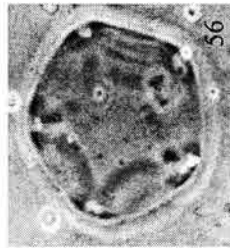
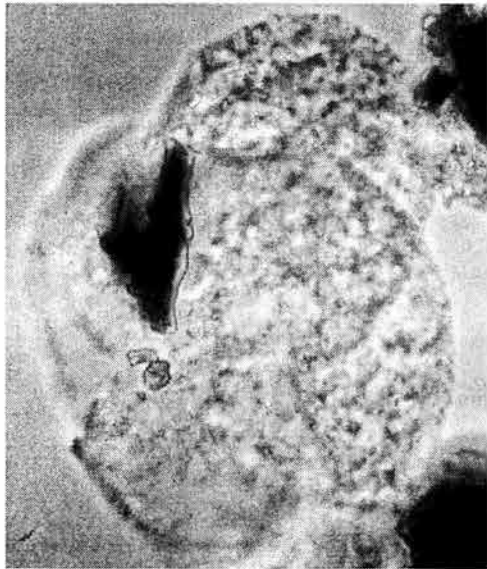
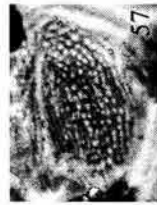
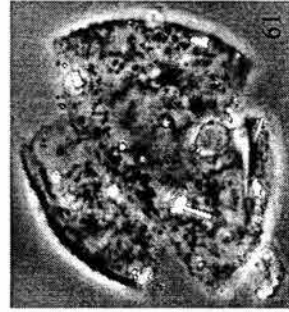
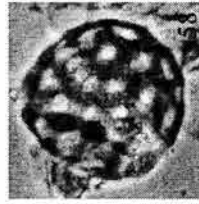
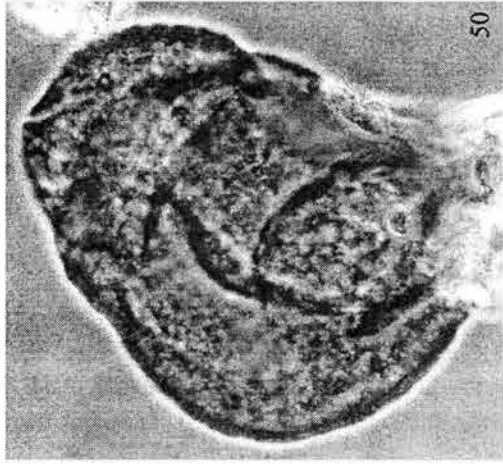
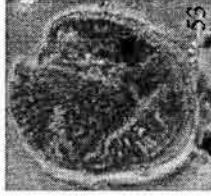
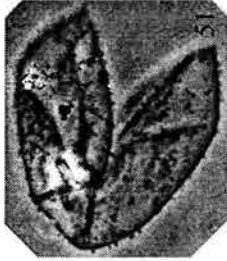
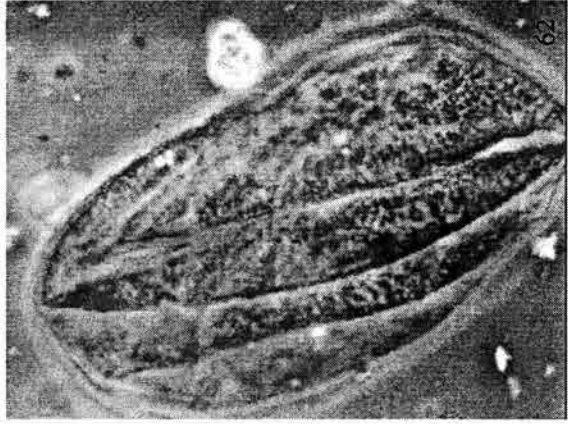
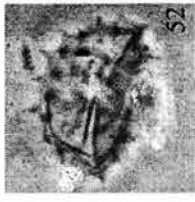


LÁMINA 5

LÁMINA 6

Quercoidites
(L.6. Figura; 62)

Gunnerites
(L.6. Figura; 63)
Muestra Pb-9272-4. Tamaño 36 micras de diámetro.

Liquidambarpollenites
(L.6. Figura; 64)
Muestra Pb-9116. Tamaño 36 micras de diámetro.

Caryapollenites
(L.6. Figura; 65)
Muestra Pb-9272-5. Tamaño 24 a 26 micras de eje polar.

Momipites
(L.6. Figuras, 66, 68, 69 y 70)
Muestra Pb-9236. Coordenadas 109x11.4. Tamaño 27 micras.

Basopollis
(L.6. Figura; 67)
Muestra Pb-9239-1. Coordenadas 11.7x88.5. Tamaño 20.8 micras.

Platycaryapollenites
(L.6. Figura; 71)
Muestra Pb-9272-5. Coordenadas 10x92.5. Tamaño eje ecuatorial 30 micras.

Retistephanocolpites
(L.6. Figura; 73 y 74)
Muestra Pb-9272. Tamaño 30 micras.

Acaciapollenites
(L.6. Figura; 77)
Muestra Pb-9116. Tamaño 24 micras.

Leguminosae
(L.6. Figuras; 72 y 76)
Muestra Pb-9239-2. Coordenadas 12.6x136.4. Tamaño 54x32 micras.

Myrtaceidites
(L.6. Figura; 78)
Muestra Pb-9171-1. Coordenadas 16.8x129.4. Tamaño 25 micras.

No identificado
(L.6. Figuras; 79 y 80)

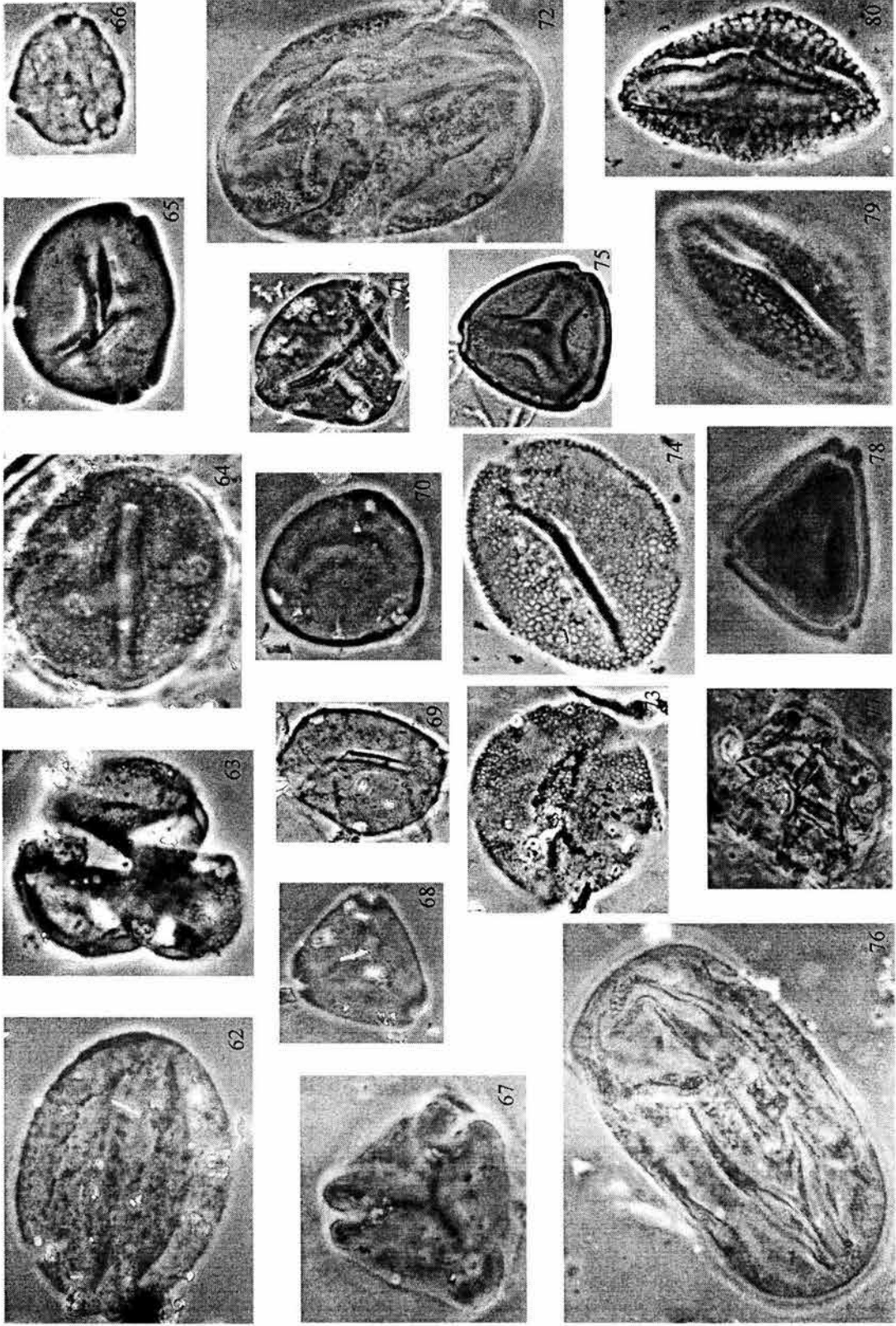


LÁMINA 6

LÁMINA 7

Corsinipollenites

(L.7. Figura; 81)

Muestra Pb-9253-2. Coordenadas 10.5x142. Tamaño 76 micras de eje polar.

Armeria

(L.7. Figura; 82)

Muestra Pb-9543. Tamaño 52 micras de eje polar.

Periporopollenites

(L.7. Figura; 83)

Muestra Pb-9171. Tamaño 56 a 62 micras de diámetro.

Salixipollenites

(L.7. Figura; 85)

Muestra Pb-9236. Tamaño 24 micras de eje polar.

Triumfetta

(L.7. Figura; 88)

Muestra Pb-9116. Tamaño 32 micras de eje polar.

Polen de angiospermas (Monocotiledóneas)

Arecipites

(L.7. Figura; 86)

Muestra Pb-9272. Tamaño 30x25 micras.

Bromeliaceae

(L.7. Figura; 87)

Muestra Pb-9171-3. Coordenadas 20.4x77.3. Tamaño 44x21 micras.

Graminidites

(L.7. Figura; 90)

Muestra Pb-9272-3. Coordenadas 149.4x11.7. Tamaño 44 micras.

Insertae sedis

Psilatricolpites simplex

(L.7. Figura; 89)

Muestra Pb-9171-3. Coordenadas 143x6.7. Tamaño 38x22.4 micras.

Retitricolpites ecuatorialis

(L.7. Figura; 92)

Muestra Pb-9171-3. Tamaño 32x22 micras.

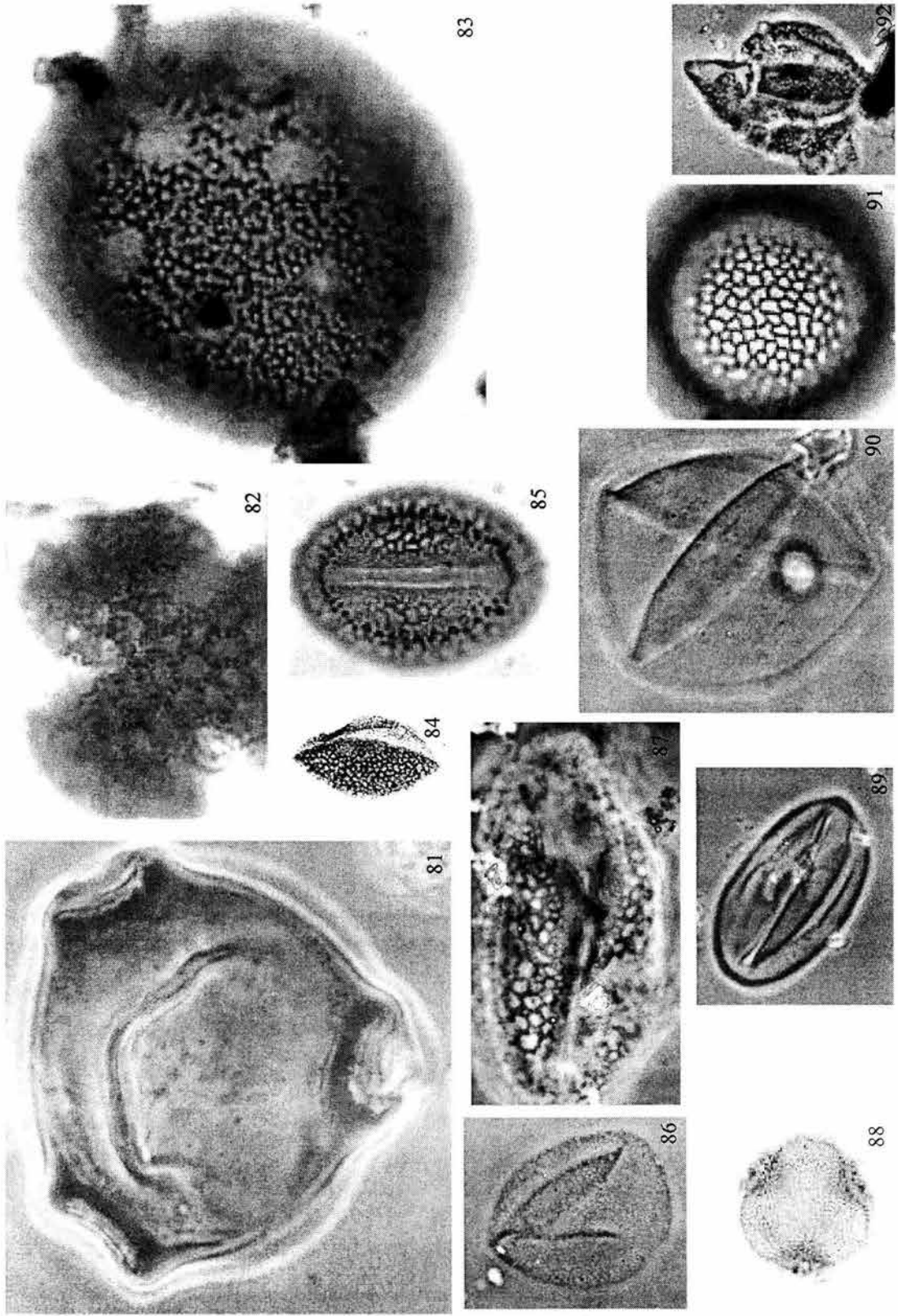


LÁMINA 7