



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERIA
ÁREA ACADÈMICA DE BIOLOGÍA
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

Descripción de la flora fósil de una localidad en
Santa María Amajac, Hidalgo

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A:

ROCÍO HERNÁNDEZ LÓPEZ

DIRECTOR: M. EN C. JESÚS M. CASTILLO CERÓN

CODIRECTOR: M. EN C. MANUEL GONZÁLEZ LEDESMA

ÍNDICE

Página

Resumen	1
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACIÓN.....	9
OBJETIVOS	9
ÁREA DE ESTUDIO	10
Ubicación geográfica	10
Vegetación.....	11
Clima.....	12
Hidrología.....	12
Bosquejo Geológico	13

MATERIAL Y MÉTODO	14
Trabajo de campo	14
Colecta de material fósil	14
Trabajo de Gabinete	15
Descripción e Identificación	15
Comparación.....	16
Terminología.....	17
Abreviaturas	17
RESULTADOS	18
.....Estratigrafía	18
Sección generalizada de la Localidad HGO-51	19
.....Caracterización litológica de los estratos fosilíferos	20
Tipo de fosilización.....	23
Descripciones sistemáticas	25
Síntesis de características principales encontradas en las hojas fósiles.....	57

Distribución actual de las posibles especies de la localidad HGO-51	58
Abundancia de géneros de la localidad HGO-51	62
DISCUSIONES	63
CONCLUSIONES	68
GLOSARIO	69
LITERATURA CITADA	74
ANEXOS	81

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.	Bordes inferidos del Paleolago de Amajac en su máxima inundación. 7
Figura 2.	Ortofoto F14D71 f, en la que se indica la ubicación del área de estudio de la cual se recolectó el material fósil 10
Figura 3.	a) Vista general del matorral xerófilo que se desarrolla actualmente en el sitio de Santa María Amajac, Hidalgo. 11
Figura 4.	Mapa Geológico de la localidad de Santa María Amajac, Hidalgo. 13
Figura 5.	Sección estratigráfica que muestra el estrato del cual se recolectó e identificó el material fósil 19
Figura 6.	Caracterización litológica de los estratos fosilíferos, con un espesor de 10 m, en la que se muestra la composición de los estratos superior e inferior al estrato de colecta, indicando con la letra B, el estrato de lutita del cual se recolectó el material fósil del presente trabajo. 22
Figura 7.	a) Hoja de <i>Populus aff. grandidentata</i> . en la que se aprecia la presencia de sílice y conservando aún parte del material original. b) Compresión carbonosa de una hoja sin determinar. C) Preservación Autigénica en una hoja de <i>Cercocarpus aff. macrophyllus</i> en la que se aprecia un molde sin la presencia de materia orgánica. 24
Figura 8.	Tipos de fosilización presentes en el material estudiado expresados en términos de porcentajes. 24
Figura 9.	a) Ejemplar de <i>Populus aff. grandidentata</i> (UAHMP-2525) en donde se observa el margen dentado, señalando los dientes gruesos en el margen de la lámina. b) Contraparte del mismo ejemplar, en el que se aprecia la forma suborbicular. c) Representación gráfica de la forma recto/retroflexo de los dientes en este ejemplar 26
Figura 10.	a) Ejemplar de <i>Salix aff. humboldtiana</i> (UAHMP-2562) en donde se señala el margen dentado de la lámina foliar b) Ejemplar UAHMP-2567 donde se señala la venación broquidódroma, siendo visible la unión de las venas secundarias formando arcos poco prominentes c) Representación gráfica de la forma retroflexo/recto de los dientes en estos ejemplares. 28
Figura 11.	a) Ejemplar de <i>Cercocarpus aff. macrophyllus</i> (UAHMP-2480) en donde se aprecia la forma elíptica y se señala el pecíolo ensanchado de la base b) Contraparte del mismo ejemplar, en donde se señala el margen serrado, así como la terminación de la venación secundaria en los dientes de la lámina. c) Representación grafica de la forma cóncavo/flexuoso de los dientes. 30

Figura 12.	a) Ejemplar de <i>Quercus</i> aff. <i>sideroxylla</i> (UAHMP-2583), en donde se aprecia el margen entero y en el cual se señala el diente en este ejemplar.	32
Figura 13.	a) Ejemplar de <i>Quercus</i> aff. <i>laurina</i> (UAHMP-2464) en donde se aprecia la forma lanceolada y el margen entero. b) Contraparte de este mismo ejemplar.	34
Figura 14.	a) Ejemplar de <i>Quercus</i> aff. <i>crassipes</i> (UAHMP-2526) en donde se señalan las venas intersecundarias. b) Contraparte de este mismo ejemplar, apreciándose la forma oblonga. c) Mismo ejemplar en donde se señala con la flecha marcada con el número 1 la venación primaria; con la flecha marcada con el número 2, la venación secundaria semicraspedódroma; y con la flecha marcada con el número 3, se señala la venación terciaria.	36
Figura 15.	a) Ejemplar de <i>Quercus</i> aff. <i>depressipes</i> (UAHMP-2564), donde puede observarse la forma elíptica. b) Mismo ejemplar, en el que señala la nervadura semicraspedódroma, así como la presencia de un diente	38
Figura 16.	a) Ejemplar de <i>Quercus</i> sp. (UAHMP-2527) en donde se aprecia la forma oblonga. b) Mismo ejemplar en donde se señalan con las flechas la venación broquidódroma, en donde los nervios forman arcos sin llegar al margen de la lámina de la hoja.	40
Figura 17.	Ejemplar de <i>Quercus</i> sp. (UAHMP-2568) en donde se aprecia la forma obovada, aunque el ejemplar se encuentre incompleto.	42
Figura 18.	a) Ejemplar de <i>Quercus</i> sp. (UAHMP-2548) aunque incompleto puede determinarse la forma obovada, con una flecha se señalan la nervadura secundaria, la cual se bifurca, terminando una parte en el diente de la hoja, mientras que la otra se arquea al siguiente nervio, mientras que con la otra se indica la presencia de dientes en este ejemplar b) Representación gráfica de la forma cóncavo/cóncavo de los dientes en este ejemplar.	44
Figura 19.	a) Ejemplar de <i>Quercus</i> sp. (UAHMP-2528), donde puede observarse la forma obovada. b) Contraparte de de este mismo ejemplar. c) Imagen en la cual se señala con el número 1 la venación secundaria, observando como este nervio se bifurca hacia el margen, mientras que en el número 2 se muestra la areolación presentada en este ejemplar.	46
Figura 20.	a) Ejemplar de <i>Karwinskia</i> aff. <i>humboldtiana</i> (UAHMP-2515), en donde se observa el margen entero de la lámina así como los 11 pares de nervaduras secundarias. b) Contraparte de este mismo ejemplar, aunque incompleto de la base puede observarse la forma ovada.	48
Figura 21.	a) Ejemplar de <i>Karwinskia</i> aff. <i>mollis</i> (UAHMP-2514), donde puede observarse la forma elíptica, así como 11 pares de venas en esta lámina b) Contraparte de este mismo ejemplar, del cual fue posible observar con mejor detalle las características foliares.	50
Figura 22.	a) Ejemplar de <i>Rhus</i> aff. <i>aromatica</i> var. <i>trilobata</i> . (UAHMP-2553). b) Mismo ejemplar, en donde se señala la venación secundaria semicraspedódroma.	52
Figura 23.	Ejemplar de <i>Glyceria</i> aff. <i>fluitans</i> (UAHMP-2513), en donde puede observarse 6 lemas de la espiguilla, con la flecha se señalan las lemas nervadas característica de éste género.	54

Figura 24.	a y b) Ejemplares de <i>Juniperus</i> sp. (UAHMP-2483), donde se observa la disposición decusada de las hojas a lo largo de las ramillas c) Fragmentos de ramillas terminales de <i>Juniperus</i> sp. (UAHMP 2569), en donde se señalan algunos brotes de ésta.	56
Figura 25.	Abundancia de géneros encontrados en la localidad "HGO-51" de Santa María Amajac, Hidalgo.	62

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Abreviaturas utilizadas en el presente trabajo	17
Cuadro 2. Cuadro que resume las características fósiles encontradas en los morfotipos identificados de la Localidad HGO-51 de Santa María Amajac, Hidalgo	57
Cuadro 3. Distribución actual de las especies fósiles identificadas en la localidad HGO-51.	59

Dedicatoria

En primer lugar dedico esta tesis a MIS PADRES que con su apoyo, paciencia, ayuda, cariño y comprensión me permiten concluir esta etapa de mi vida.

A MIS HERMANOS, Eliza, Jovas, Miri y Emmanuel, gracias por la confianza que siempre nos hemos tenido y por saber que siempre puedo contar ustedes.

A HÉCTOR por ser una gran pareja, por el apoyo invaluable que día a día me demuestras y con quien espero compartir los mejores momentos de mi vida.

A ti chiquito, por llegar en el mejor momento y ser el principal motor de mi vida.
Te quiero mucho Diego

Agradecimientos

A mis Padres, mi más profundo agradecimiento por su invaluable apoyo, por su confianza, gracias por darme una carrera, y por hacer en mi la persona que soy. Los quiero Mucho

A mis sinodales: Dra. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea, Dra. Katia Adriana González Rodríguez, Dr. Carlos Esquivel Macias y a la Dra. María del Carmen Sánchez Hernández, por el tiempo, dedicación y comentarios en la corrección de éste trabajo. Al Dr. Víctor Manuel Bravo Cuevas por el material bibliográfico y por su apoyo en salidas de campo. Asimismo agradezco al M. en C. Manuel González Ledesma por la disposición y la ayuda en las identificaciones fósiles de éste trabajo, siendo parte fundamental para que este trabajo concluyera.

En especial agradezco al M. en C. Jesús Martín Castillo Cerón, por creer en mi, por el apoyo invaluable para que de una u otra manera se pudiera llevar a cabo éste trabajo, por la disposición para realizar las salidas al campo, por las criticas y correcciones de esta tesis, y sobre todo por ser un excelente amigo. GRACIAS PROFESOR

A mis compañeras del Herbario Lidia y Lety. A mis compañeros del Museo de Paleontología Jorge, Luís, Ángeles, Elvis y Aarón, Gracias por su compañía durante la realización de esta tesis

A mis amigas, Laura, Vero, Dianeis, que en la etapa inicial de ésta carrera formaron parte importante en mi vida. Asimismo agradezco sinceramente la amistad brindada por Ari, Noemí y Mara, que en tan poco tiempo de conocerlas pude descubrir a unas verdaderas amigas.

Y por último agradezco a todas aquellas personas que directa o indirectamente permitieron que este trabajo pudiera llevarse a cabo.

Resumen

En México, los trabajos que consideran a los fósiles para entender las comunidades y la evolución de los linajes florísticos son escasos, no obstante, en la localidad “Hojas Fósiles” (HGO-51) del área Santa María Amajac, existe gran abundancia de impresiones fósiles de plantas con un buen grado de preservación, debido en parte a que el proceso de fosilización se dio en los márgenes de un lago pliocénico y al aporte continuo de sedimentos finos y una baja energía del agua, permitió una excelente fosilización, siendo más común la preservación autigénica. El material fósil fue recolectado de una capa de lutita de 50 cm. de espesor.

La presencia del paleolago, permitió el establecimiento de un bosque de encino, como vegetación dominante ya que en el presente trabajo, se identificaron ocho morfotipos diferentes del género *Quercus*, cuatro fueron asignados a nivel especie: *Quercus* aff. *syderoxila*, *Q.* aff. *laurina*, *Q.* aff. *depressipes* y *Q.* aff. *crassipes*. Asimismo, se identificaron las especies *Populus* aff. *grandidentata*, *Salix* aff. *humboldtiana*, *Cercocarpus* aff. *macrophyllus*, *Karwinskia* aff. *humboldtiana*, *K.* aff. *mollis*, *Rhus* aff. *aromatica* var. *trilobata*, *Glyceria* aff. *fluitans* y *Juniperus* sp. los cuales se encuentran en menor abundancia.

Se propone que durante el Plioceno se desarrolló un bosque bajo esclerófilo, ya que ésta comunidad comprende además de las especies arbustivas, algunos *Quercus* arbóreos, así como la presencia de los géneros *Cercocarpus* y *Rhus*.

Con este trabajo se incrementa la información paleobotánica del Plioceno de México, registrándose por vez primera hojas fósiles de los géneros *Karwinskia*, *Cercocarpus*, *Salix*, *Rhus*, *Populus* y *Quercus*, estos dos últimos ya habían sido identificados con polen en otras localidades de México.

*La tierra es un inmenso cementerio dónde las piedras son lápidas
en que el muerto enterrado ha escrito sus propios epitafios*

LOUIS AGASSIZ

INTRODUCCIÓN

Como seres humanos, siempre curiosos, hemos estado interesados en el planeta Tierra, en aspectos que han ido cambiando a través del tiempo geológico, así como en las diferentes formas de vida que quedaron impresas en el registro fósil, aquellos organismos que vivieron en algún momento y que por alguna razón ahora se encuentran extintos. Mientras los paleozoólogos se interesan en la historia evolutiva de los animales, los paleobotánicos estudian las plantas que han habitado la Tierra a lo largo del tiempo (Taylor y Taylor, 1993) por medio de la paleobotánica, que interactúa con la geología y la botánica (Weber y Cevallos-Ferriz, 1995).

La paleobotánica a través del estudio del registro fósil de las plantas permite conocer el tiempo en el que varios grupos se originaron y se diversificaron, el tiempo alcanzado por cada uno en su máximo desarrollo y en el caso de algunos grupos, el tiempo en que llegaron a extinguirse (Taylor y Taylor, 1993). Asimismo, la morfología de las hojas fósiles permite estimar el paleoclima de las floras, ya que estas son una parte importante de la adaptación de una planta al clima, pues por su tamaño y forma influye en el intercambio de calor, transpiración, fotosíntesis y suministro de nutrimentos (Gregory, 2000). Por lo tanto, la paleobotánica aporta información sobre la diversidad, la distribución y las interacciones a partir de las plantas y los ecosistemas actuales (Weber y Cevallos-Ferriz, 1995)

En México, las primeras referencias a plantas fósiles se limitan a reportes esporádicos de algunas especies encontradas durante prospecciones geológicas (Gío-Argáez y Rodríguez, 2003) y corresponden principalmente a plantas del Paleozoico y Mesozoico. Las plantas del Terciario fueron reportadas ocasionalmente por investigadores extranjeros, quienes depositaron el material recolectado en museos

de Europa y Estados Unidos de América. Por lo tanto, los primeros trabajos paleobotánicos formales datan de la última década del siglo XIX (Gío-Argáez y Rodríguez, 2003). Por consiguiente, es poco lo que se puede decir acerca de los estudios que se han realizado en México, que consideren a los fósiles de plantas para entender a las comunidades y la evolución de los linajes florísticos; pese a esto, cada vez existe mayor información sobre las plantas que habitaron en el pasado en lo que hoy es México; sin embargo son muchos los huecos que persisten, además de que en ellos se contemplan ideas distintas sobre lo que pudo haber sido la historia de la vegetación del país (Cevallos-Ferriz y Ramírez, 1998).

En el Estado de Hidalgo, existen localidades correspondientes al Mesozoico (Silva-Pineda, 1963), Mioceno y Plioceno (Martínez-Hernández, 1991; Castillo-Cerón *et al.*, 1996) y Pleistoceno (Castillo-Cerón, 1994; Castillo-Cerón *et al.*, 1996) con restos de plantas fósiles; el material aunque fragmentado es abundante y presenta un buen estado de preservación.

Por lo anterior es necesario realizar trabajos taxonómicos que permitan conocer con mayor exactitud la flora que se desarrolló durante el Plioceno en el centro de México; es por ello, que en éste trabajo se identifica material paleobotánico del Estado de Hidalgo.

ANTECEDENTES

El estudio de la paleobotánica en México ha tenido gran auge en los últimos años. En una recopilación realizada por Gío-Argáez y Rodríguez en 2003 se menciona que de 1,720 citas de trabajos paleontológicos llevados al cabo en México, solo 175 han estado enfocados a plantas, abarcando el 10% de la revisión total de publicaciones nacionales y extranjeras.

Entre los trabajos más importantes mencionados de 1960 a la fecha, están los de Silva-Pineda (1963, 1969, 1978, 1979, 1984, 1990), sobre la flora mesozoica de México. Weber (1972) y Weber *et al.* (1980, 1985a,b,c) trabajaron sobre la vegetación del Mesozoico del Norte de México. Cevallos-Ferriz (1992) y Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno (1995) realizaron una serie de trabajos sobre plantas del Cretácico del norte del país. Velasco de León (1990, 2004, 2006), Velasco de León *et al.* (1998, 2000), Velasco de León y Cevallos-Ferriz (2000), Velasco de León y Aguilar-Arellano (2000) y Velasco de León y Romero-Rangel (2001) han hecho estudios con plantas jurásicas y del Terciario en el Estado de Puebla e Hidalgo. Arambarri-Reyna (1987) trabajó con plantas jurásicas en el Estado de Oaxaca. Rodríguez de la Rosa (1994) realizó estudios con angiospermas del Cretácico del Estado de Coahuila. Finalmente, Magallón-Puebla y Cevallos-Ferriz (1994a,b,c) trabajaron con frutos terciarios del Estado de Puebla.

Entre los principales trabajos realizados en el Estado de Hidalgo, específicamente en la localidad de Santa María Amajac, destacan los trabajos tafonómicos de Arellano-Gil *et al.* (2001, 2005) quienes mencionan que la Formación Atotonilco El Grande se acumuló en un ambiente lacustre, denominado Paleolago de Amajac (Figura. 1), el cual se originó por el cierre temporal del Río Amajac, ocasionado por una avalancha de escombros en un profundo cañón labrado en la Formación El Abra, en donde la sedimentación lacustre terminó cuando los escombros de la avalancha fueron erosionados al subir el nivel del agua por una mayor precipitación pluvial y posteriormente siguió una fase de intensa erosión. La superficie aproximada en tiempos de máxima inundación de éste cuerpo de agua fue de 80.5 km².

Este paleolago en el Plioceno (Salvador-Flores, 2001), sirvió como un cuerpo regulador de la precipitación, ya que trajo consigo una mayor evaporación de agua, dando por consiguiente, una mayor humedad al ambiente.

Estos factores disminuyeron la temperatura media anual, contribuyendo al desarrollo de un clima templado subhúmedo (Aguilar y Ortiz, 2000; Aguilar y Velasco de León, 2002a,b con valores de temperatura media anual entre 12 y 18 °C. La temperatura del mes más frío oscilaba entre -3 y 18 °C y la del mes más cálido era menor a 6.5 °C (Aguilar y Velasco de León, 2002a,b). Estos valores indican el establecimiento de un bosque de *Quercus* (Velasco de León *et al.*, 2000; Ortiz-Martínez y Velasco-de León, 2000) con la probable presencia de *Q. crassifolia*, *Q. laeta*, y *Q. greggii* (Velasco de León y Romero-Rangel, 2001).

Arellano-Gil *et al.* (2005) consideran al género *Quercus* como el más abundante y Velasco de León (2004) propone la presencia de ocho nuevas especies para éste género, de las cuales cinco son asociadas con encino blanco; con esto se sustenta la idea de la enorme diversidad y distribución de este género en el Plioceno asociado principalmente con la presencia del paleolago y el relieve topográfico.

Aguilar y Ortiz-Martínez (2000) mencionan la presencia de las familias Platanaceae, Salicaceae y Rosaceae, con las cuales proponen una comunidad fósil de chaparral del Plioceno, donde posteriormente Velasco de León *et al.* (2000) incluyen a la familia Asteraceae.

Además de la existencia de la flora antes mencionada, propuesta para el Plioceno en esta localidad, es importante mencionar la presencia del género *Platanus* (Aguilar y Velasco de León, 2002) con al menos tres especies (Velasco de León y Aguilar-Arellano, 2000), así como de *Equisetum hyemale* (Aguilar *et al.*, 2002) posteriormente verificado por Silva-Pineda *et al.* (2004), en la que encuentra mayor similitud de la morfología del tallo con *Equisetum hyemale* L. var. *affine* x *myriochaetum* y *Juniperus deppeana* (Silva y Velasco de León, 2004); estos dos últimos, considerados como los primeros registros del Plioceno en México.

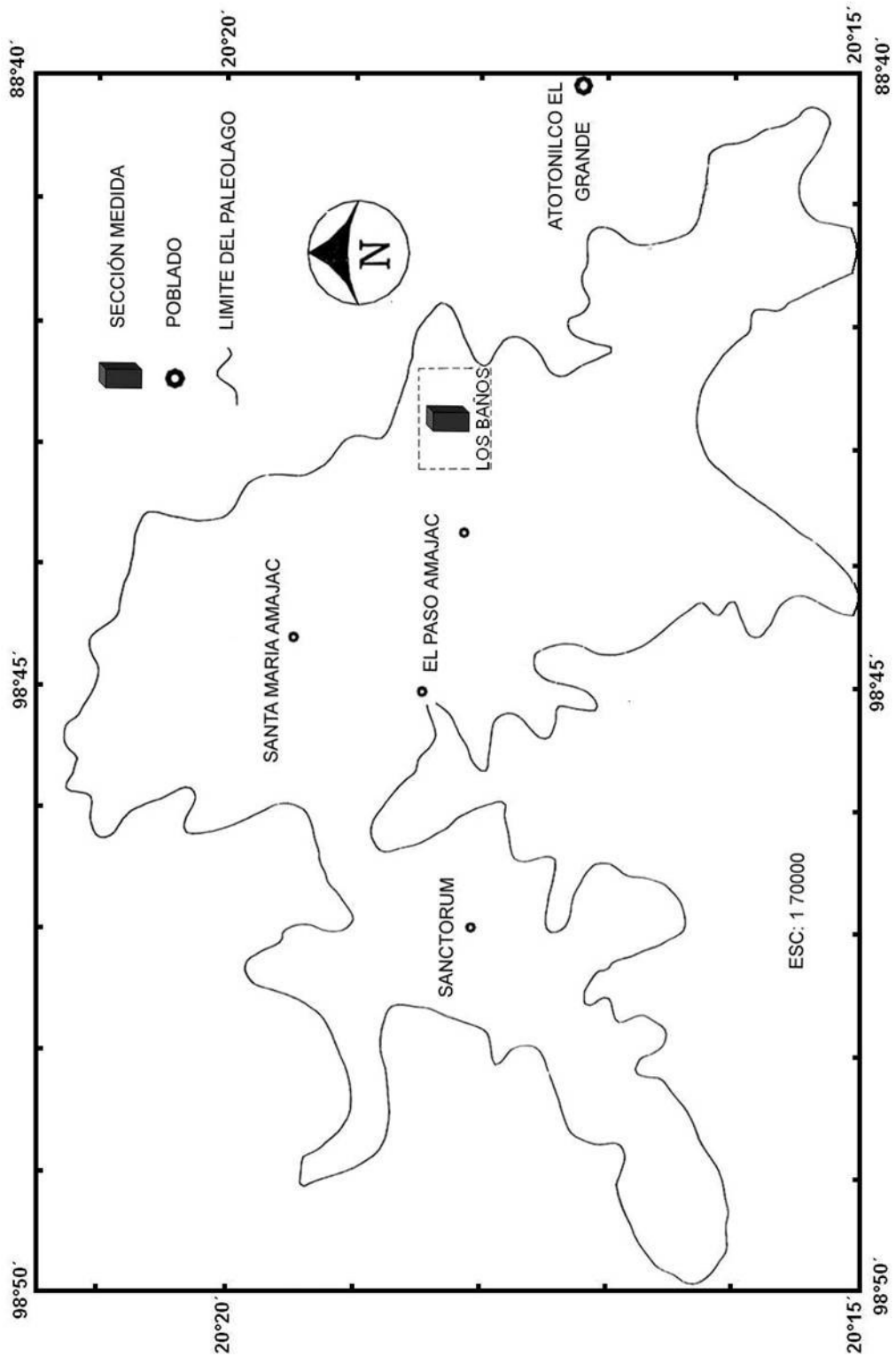


Figura 1. Bordes inferidos del Paleolago de Amajac en su máxima inundación, se señala en el recuadro punteado la columna de la cual se extrajo el material fósil para las descripciones e identificaciones en uno de los márgenes del paleolago (Tomado y modificado de Salvador-Flores, 2001).

El análisis de la fisonomía foliar de la flora antes mencionada, de acuerdo con Aguilar y Velasco de León (2002), indica que las condiciones de temperatura en la región eran algo bajas, debido a la predominancia del margen entero de la hoja y el tamaño micrófilo. En cuanto a las condiciones de humedad, estas eran altas ya que la forma elíptica, el ápice y la base agudos, así como la relación largo-ancho 1-2:1, reflejan este tipo de condiciones; sin embargo, es posible que estas no hayan sido constantes a lo largo del año, debido a que el tamaño micrófilo está asociado a la estacionalidad de la humedad.

En la etapa final de la vida del paleolago tuvo lugar un periodo de mayor carga hidráulica causada por una gran precipitación pluvial, durante el cual ocurrieron deslizamientos por gravedad en los materiales poco cohesivos que formaban la barrera natural del lago (avalancha); estos empezaron a ser removidos y el agua comenzó a desbordarse y a erosionar a mayor velocidad los depósitos de la avalancha y los sedimentos del lago. Como consecuencia, el nivel del agua fue descendiendo hasta que el lago desapareció, con lo que dejó de ser una fuente que proporcionaba humedad a la región (Arellano-Gil *et al.*, 2005).

JUSTIFICACIÓN

México tiene un enorme potencial en el aporte de información paleobotánica a nivel mundial (Weber y Cevallos-Ferriz, 1995), debido a que los estudios de flora fósil del Terciario en nuestro país han empezado a tener gran auge en los últimos años, es importante contribuir con información paleobotánica que permita entender los cambios en la vegetación en México. Por lo anterior, en el presente trabajo se realiza una descripción e identificación paleobotánica del material procedente de la localidad “Hojas Fósiles” del área Santa María Amajac, lo que permitirá un mejor entendimiento acerca de los diferentes grupos de plantas durante el Plioceno y las condiciones en las cuales se desarrollaron.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Describir e identificar los restos de plantas fósiles del Plioceno de la localidad “Hojas fósiles” del área Santa María Amajac, Atotonilco El Grande, Estado de Hidalgo.

Objetivos particulares

- Hacer la determinación de los diferentes morfotipos de hojas fósiles.
- Con base en la flora identificada, establecer una comunidad fósil en área de estudio durante el Plioceno.

ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación geográfica

El área Santa María Amajac se localiza en la zona centro-este del Estado de Hidalgo, ubicada a 3 km al noroeste de la ciudad de Atotonilco El Grande. En esta área se encuentra la localidad “Hojas Fósiles”, a la cual se accede por la carretera federal 105, a 5 km a partir de ésta desviación. El sitio de recolecta está ubicado en las coordenadas geográficas $20^{\circ} 18' 21.5''$ N y $98^{\circ} 42' 42.8''$ W, con una altitud de 1823 msnm (Figura. 2).

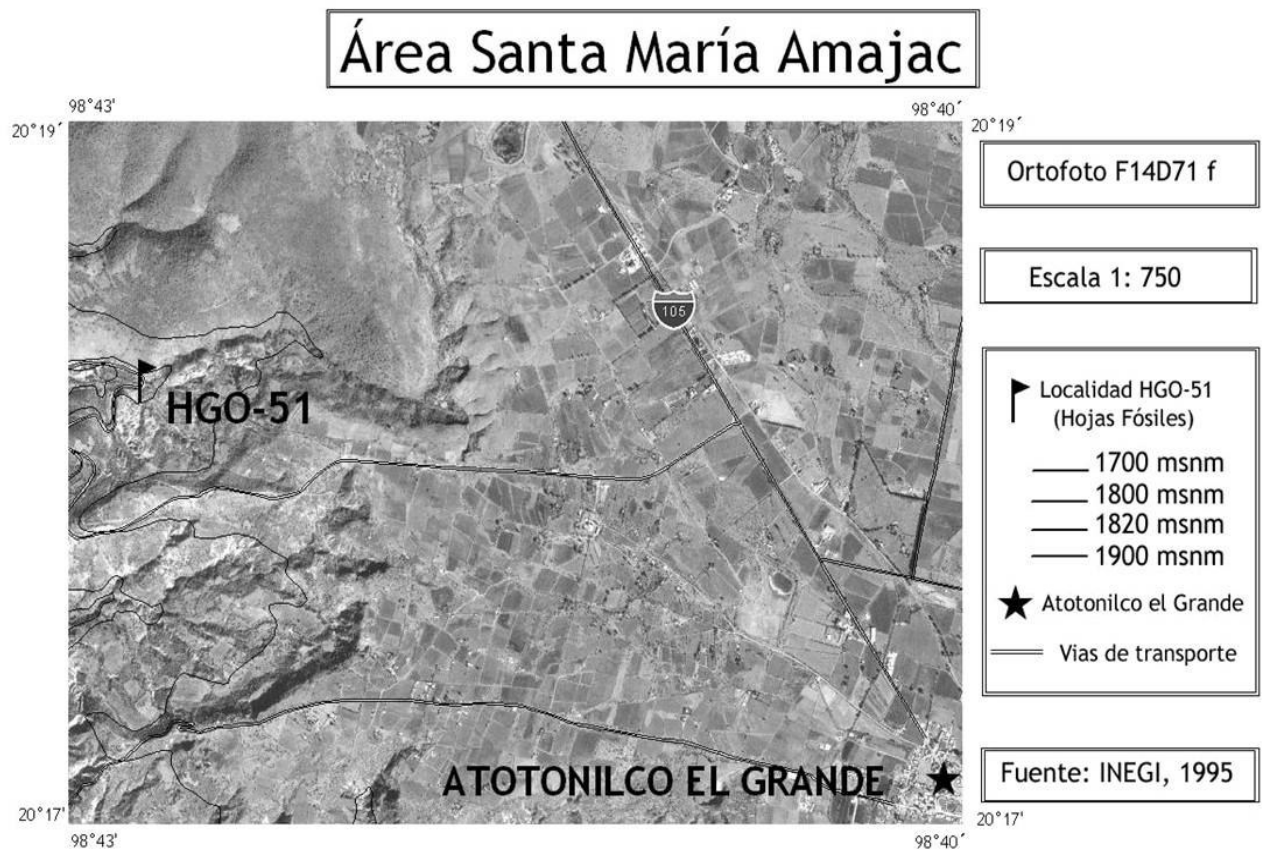


Figura 2. Ortofoto F14D71 f, en la que se indica la ubicación del área de estudio de la cual se recolectó el material fósil (INEGI, 1995).

Vegetación

La vegetación actual del área Santa María Amajac está compuesta por matorral xerófilo (Figura. 3a) con especies de *Acacia farnesiana*, *Acacia schaffneri*, *Opuntia spp.*, *Amelanchier sp.*, *Buddleia sessiliflora*, *Passiflora subpeltata*, *Dodonaea viscosa*, *Prosopis laevigata*, *Myrtillocactus geometrizans*, y *Agave sp.* Es importante mencionar que *Acacia farnesiana* en este sitio es un elemento destacado de la vegetación secundaria y es indicadora de sitios perturbados. Los principales factores de disturbio han sido el pastoreo y la apertura de terrenos de cultivo (Figura. 3b).

Por otro lado, es notoria la presencia de *Brahea dulcis* (Figura. 3c), cuya distribución se restringe a las laderas de algunos cerros, en los cuales llega a ser abundante. De acuerdo con Rzedowski (1983), la existencia de estos palmares en la mayoría de los casos, está condicionada por incendios periódicos causados por el hombre y además, éstas son plantas restringidas a suelos derivados de calizas.

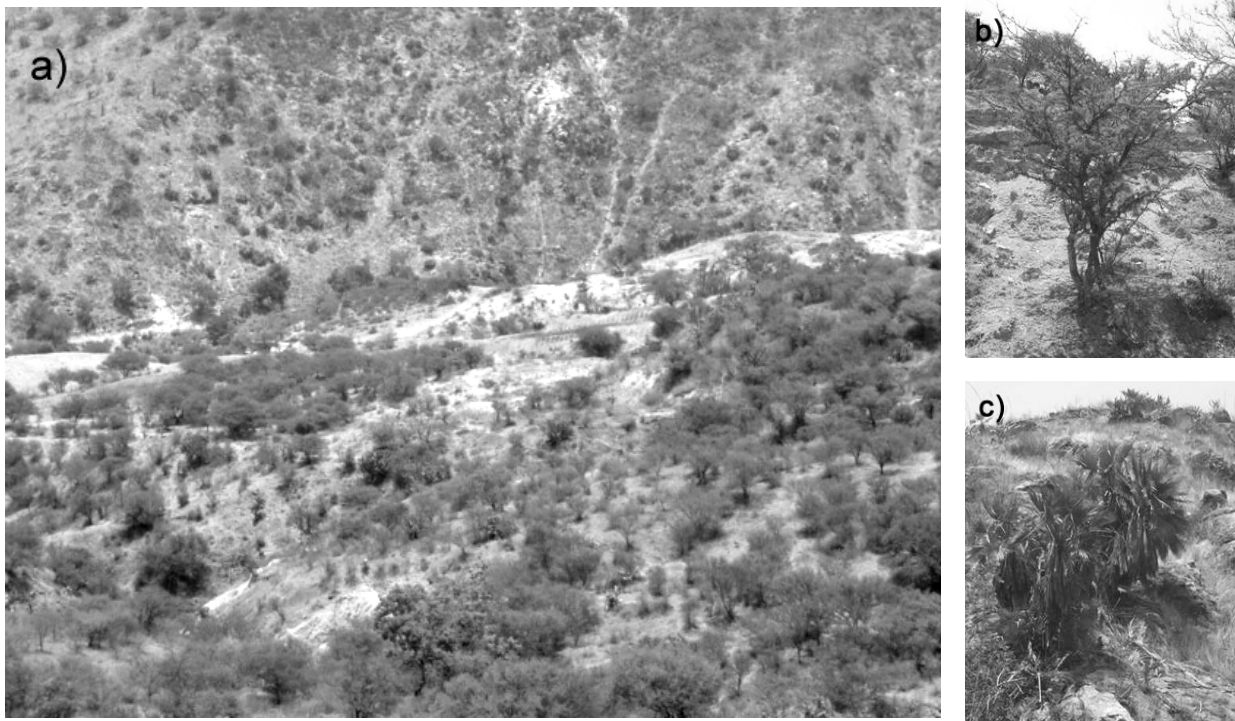


Figura 3. a) Vista general del matorral xerófilo que se desarrolla actualmente en el sitio de Santa María Amajac, Hidalgo, b) *Acacia farnesiana*, una especie predominante en esta localidad e indicadora de sitios perturbados, c) *Brahea dulcis*, especie abundante en algunas laderas de cerros.

Clima

El clima es de **BS₁ k w (i') g w**” Clima seco semiárido con verano fresco largo y lluvias en verano, con poca oscilación térmica y marcha anual de la temperatura tipo Ganges y canícula (clima determinado mediante un análisis de datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua de la estación meteorológica de Santa María Amajac durante los últimos 23 años).

La temperatura media anual, es de 17.2 °C, mientras que la del mes más cálido es de 20.1 °C (mayo), en contraste con el mes más frío (enero) que es de 13.5 °C. Además, la precipitación anual es de 617.3 mm, siendo el mes de septiembre el más húmedo, con 124.3 mm de precipitación y la del mes más seco que es en diciembre con 9.1 mm de precipitación.

Hidrología

El Río Amajac cruza la zona de estudio, desde la margen sureste hasta la margen noreste con una longitud aproximada de 42 km. dentro del área.

La parte sur, oeste y noroeste del área, corresponde a la subcuenca del Río Amajac y la margen noreste corresponde a la subcuenca del Río Venados, ambas pertenecientes a la cuenca Río Moctezuma y a la Región Hidrológica del Pánuco (Salvador-Flores, 2001).

Bosquejo Geológico

En la localidad “Hojas fósiles”, afloran exposiciones de la Formación Atotonilco El Grande, la cual está caracterizada por flujos de lava, depósitos clásticos de relleno, con lentes de caliza lacustre, ampliamente dispersos y localmente cubiertos o intercalados por corrientes de basalto. De éstos depósitos se recuperaron restos fósiles de mastodonte y de caballo, que indican una edad que va del Plioceno Tardío-Pleistoceno Temprano (Villarelo y Böse, 1902; Sergestrom, 1961 y Fries, 1962).

Con base en las relaciones espaciales la Formación Atotonilco el Grande sobreyace en discordancia con el Grupo Pachuca, al que se le asigna una edad de Oligoceno-Mioceno y subyace en discordancia a depósitos de aluvión recientes, asignándole una edad correspondiente al Plioceno (5.3-1.8 ma) a la Formación Atotonilco El Grande.

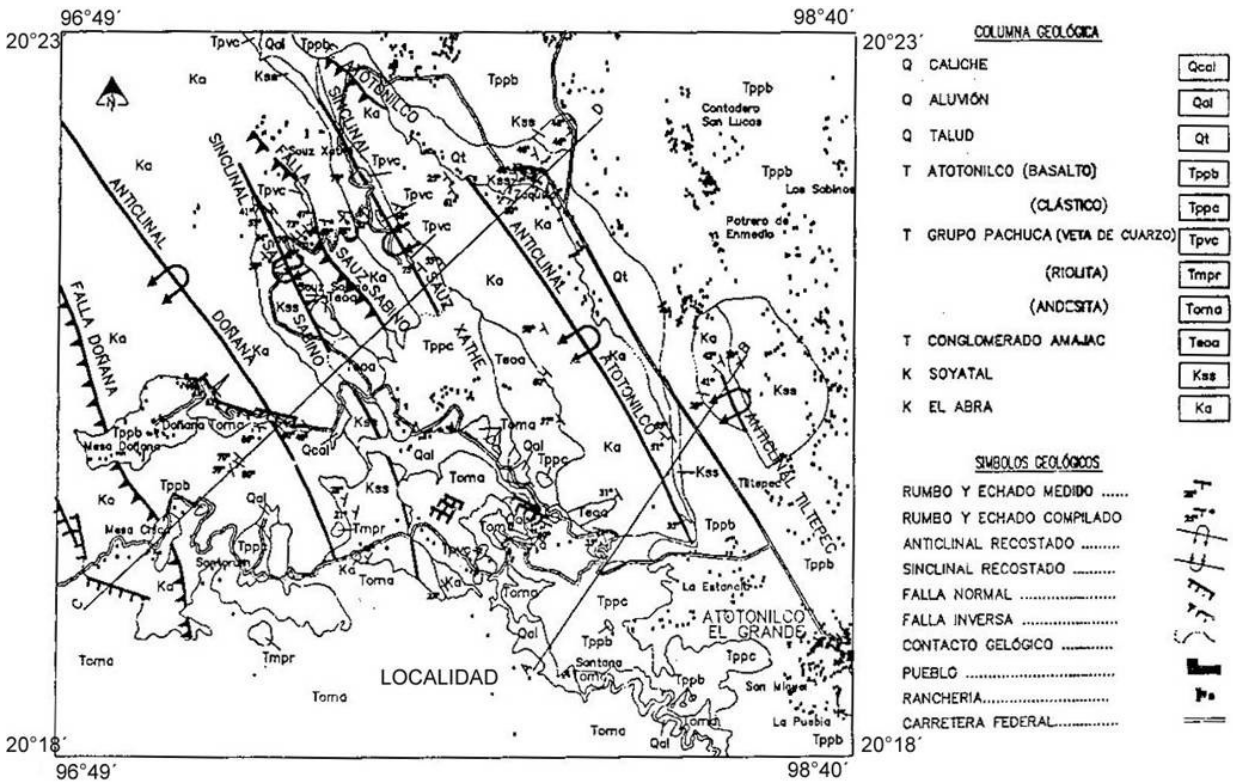


Figura 4. Mapa Geológico de la localidad de Santa María Amajac, Hidalgo. (Tomado de Salvador-Flores, 2001)

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

En la colección paleobotánica del Museo de Paleontología, de la UAEH solo existían resguardados 77 ejemplares de hojas fósiles, por lo que fue necesario realizar ocho salidas al campo para recolectar material. La duración de cada una fue de un día, con 4 a 5 hrs. de trabajo. En éstas salidas, además de buscar impresiones completas, se recolectó el material incompleto, ya que fue importante para complementar el trabajo debido a que en algunos ejemplares no son claramente visibles algunos patrones de venación, que si lo son en algunos fragmentos de hojas.

Se midió una sección estratigráfica en la localidad de estudio, tomando los datos litológicos de muestras megascópicas de mano, para conocer de que capa o estrato se obtenía el material fósil. La determinación de color de los estratos de la sección tipo fueron comparados y tomados de la tabla de colores de Goddart *et al.* (1963).

Colecta de material fósil

El material fue recolectado de una capa de lutita con un espesor de 50 cm, con la ayuda de un picahielo. Los fósiles fueron envueltos en papel higiénico para evitar el desgaste en las impresiones encontradas y posteriormente fueron colocados en bolsas de plástico, rotulando en cada una de ellas datos importantes como: localidad, fecha y material encontrado.

Trabajo de gabinete

Una vez recolectado el material fósil, éste fue trasladado al Museo de Paleontología del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; para después ser marcado con pintura blanca de agua y letras de tinta china.

El material fósil recolectado se identificó con el acrónimo UAHMP (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Museo de Paleontología) y un número progresivo, proporcionado por el curador del mismo. La localidad “Hojas fósiles” está marcada con el número 51 (HGO-51) y forma parte del catálogo de las localidades fosilíferas del Museo de Paleontología del Estado de Hidalgo.

La limpieza del material fósil se realizó con agujas de disección, las cuales permitieron quitar el sedimento que cubría a las impresiones fósiles. Por último, el material estudiado fue depositado en la Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Descripción e identificación

Las observaciones morfológicas de las hojas fósiles fueron realizadas con un microscopio estereoscópico, mientras que la descripción de las características foliares (morfotipos) se realizó utilizando el Manual de Arquitectura Foliar (Leaf Architecture Working Group, 1999), el cual permite incluir información del material fósil a una base de datos, que consta de un total de 57 campos (Anexo 1), divididos en las siguientes cinco secciones:

- La primera sección está constituida por 13 campos que incluyen información respecto al grupo mayor de planta, tipo de órgano que se describe, localidad, fecha, número de muestra y nombre de quien describe el morfotipo.
- La segunda sección está constituida por 14 campos, que incluyen información respecto a la morfología de las hojas, tales como la disposición y organización de la hoja, características del peciolo, tamaño, forma y simetría de la lámina, ángulo y forma de la base, ángulo y forma del ápice, así como tipo de margen.
- La tercera sección está constituida por 19 campos, que incluyen información referente a los patrones de venación y categorías u órdenes que se pueden presentar en una hoja.
- La cuarta sección está constituida por siete campos, que incluyen información sobre las características y tipos de dientes de las hojas, tales como, forma y ápice (diente) y número de órdenes (dientes) entre otros.
- La quinta sección está constituida por 14 campos, que incluyen información referente a la cutícula de las hojas.

El campo 57 permite incluir una fotografía del material fósil que se describió.

Comparación

Las hojas fósiles se compararon con hojas de plantas actuales del herbario del Centro de Investigaciones Biológicas y con literatura especializada (Beetle, 1991; Carranza, 1995; Fernández, 1986, 1992, 1996; González, 1986; Nee, 1984; Pennington y Sarukhán, 1998; Puig, 1991; Rzedowski y Rzedowski, 2001; Valencia *et al.*, 2002; Vázquez-Yanes *et al.*, 1999). Además, los caracteres utilizados para describir a las hojas se basaron en el sistema presentado en el Manual de Arquitectura Foliar propuesto por el Leaf Architecture Working Group (1999), el cual se puede observar en el Anexo 1.

Terminología

La terminología usada para las descripciones de los ejemplares es la del Leaf Architecture Working Group (1999), el cual se basa a su vez en la terminología propuesta por Hickey (1973, 1979).

En los Anexos 2 al 5 se presenta los diferentes términos ilustrados sobre las formas, bordes y venaciones, empleadas en las descripciones de las láminas foliares de las hojas de este trabajo. Asimismo, se presenta un glosario con los términos empleados, con la finalidad de lograr un mejor entendimiento hacia el lector.

Abreviaturas

Cuadro 1. Abreviaturas utilizadas en el presente trabajo

ABREVIATURA		
UAEH	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.	INSTITUCIONALES
UAHMP	Museo de Paleontología Universidad Autónoma de Hidalgo.	
CIB	Centro de Investigaciones Biológicas	
HGO-51	Localidad "Hojas Fósiles", Hidalgo	GENERALES
msnm	Metros sobre el nivel del mar.	
mm	Milímetros.	
ST	Recto.	FOLIARES
CV	Convexo.	
CC	Cóncavo.	
FL	Flexuoso	
RT	Retroflexo.	

RESULTADOS

Estratigrafía

La sección sedimentaria medida fue de 52.3 m y el análisis litológico que se muestra en la Figura 5, es el siguiente:

- A. Consiste en arena fina y arcilla con intercalaciones de ceniza volcánica. El espesor total de éste nivel es de 8.5 m.
- B. Estrato constituido principalmente de arenisca con influencia de material volcánico, principalmente cenizas.
- C. Estrato de lutita de 50 cm de espesor, en donde se encuentra el material fósil.
- D. Consiste en una secuencia rítmica de lutita y arenisca con material volcánico, fundamentalmente ceniza, así como nódulos en la parte media del estrato. El ancho total del estrato es de 8 m.
- E. Estrato con intercalaciones de ceniza y arcilla. Litológicamente varían en la proporción de arenas y gravas. El espesor de este estrato es de 7.3 m.
- F. e I. Estratos que consisten en arcilla arenosa. El espesor del primer estrato es de 4.4 m, mientras que el ancho total del segundo es de 17.7 m.
- G. Estrato de arenisca arcillosa de 3.6 m de espesor.
- H. Estrato de conglomerado bien clasificado cuyos clastos tienen un diámetro promedio de 3.6 cm., son subangulares de manera general y presentan cierta uniformidad en tamaño. El espesor del conglomerado es de 80 cm.
- J. Derrame de basaltos vesiculares con un espesor aproximado de 3 metros.

Sección generalizada de la localidad HGO-51

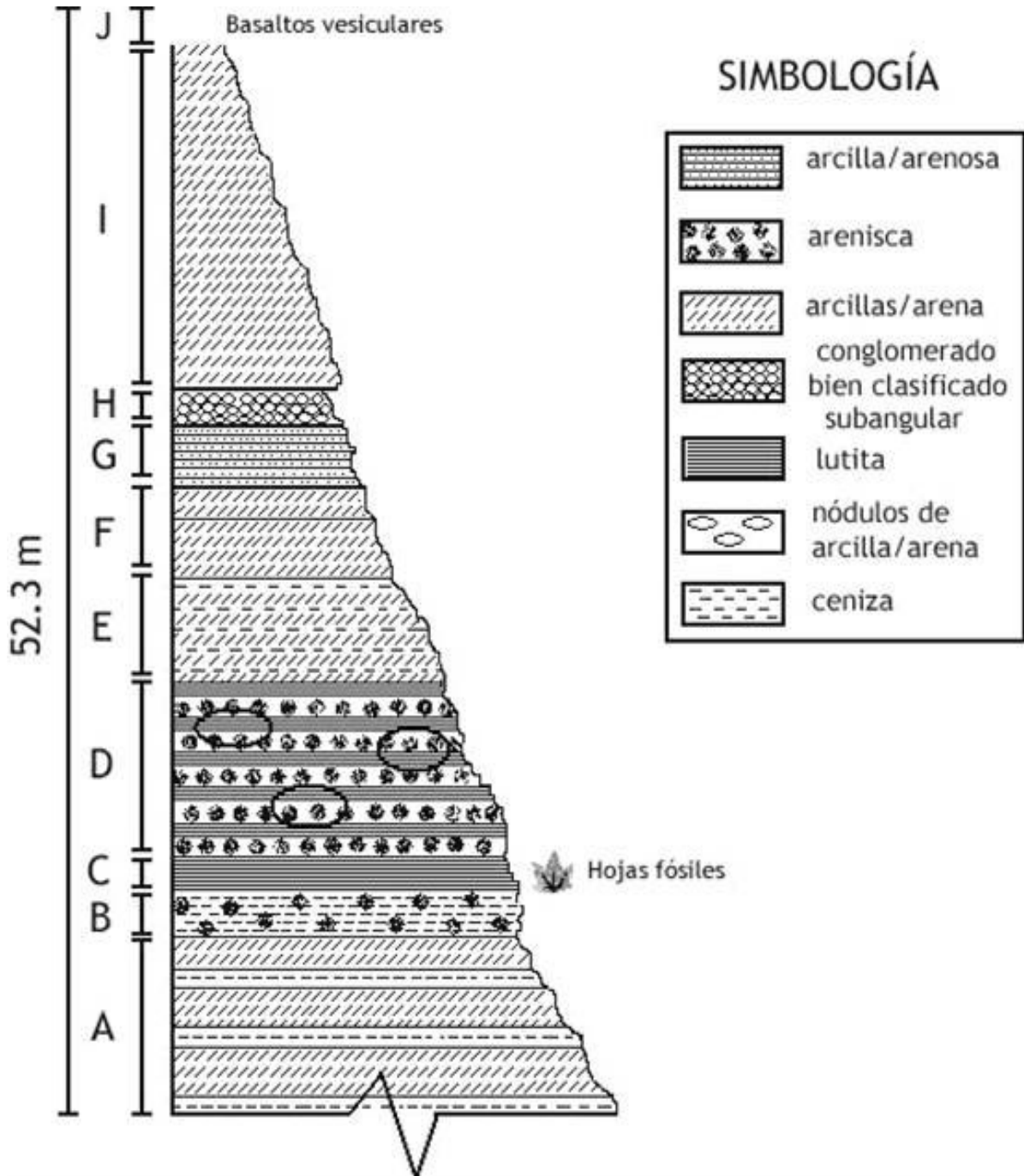


Figura 5. Sección estratigráfica que muestra el estrato del cual se recolectó e identificó el material fósil

Caracterización litológica de los estratos fosilíferos.

La caracterización litológica de los estratos fosilíferos de la localidad “Hojas Fósiles” que se muestra en la Figura 6, es el siguiente:

- A. Estrato constituido principalmente de arenisca con influencia de material volcánico, principalmente cenizas.

El color fresco de éste cuerpo de roca es pardo amarillento 10YR 6/2, mientras que el color intemperizado va de un pardo oscuro amarillento 10YR 2/2 a un pardo 5YR 3/4.

Es común la presencia de impresiones de hojas fósiles, sin embargo, debido a que en este estrato existió un mayor flujo de energía, el material fósil no se encuentra lo suficientemente bien preservado.

El espesor total de este estrato es de 1.5 m.

- B. Este estrato consiste de lutita y su color fresco de éste cuerpo de roca varia de una tonalidad pardo amarillento 10YR 6/2 a un tono naranja-rosa oscuro 5YR 7/2, con bandas pardas 5YR 5/2, mientras que el color intemperizado va de un color café grisáceo 5YR 3/2 a café oscuro 5YR 2/2.

Son abundantes las impresiones de hojas fósiles, siendo notable, un bajo flujo de energía lo permitió un mejor proceso de fosilización.

El espesor total de este estrato es de 50 cm.

- C. Consta de una secuencia rítmica de lutitas (espesores de 15 mm) y areniscas (espesores 20 mm) con influencia de material volcánico; siendo común en este estrato nódulos de arcilla y/o arena.

El color fresco de éste cuerpo de roca es pardo amarillento claro 10YR 5/4 en las areniscas y pardo amarillento 10YR 6/2 en las lutitas, mientras que el color intemperizado es de un color pardo 5YR 3/4 en las areniscas, mientras que en las lutitas es marrón amarillento oscuro 10YR 4/2

En este estrato, existen impresiones de hojas fósiles (con presencia de hematita). Además, en este estrato existió mayor flujo de energía, por lo que el material fósil no se encuentra bien preservado.

El espesor total de este estrato es de 8 m.

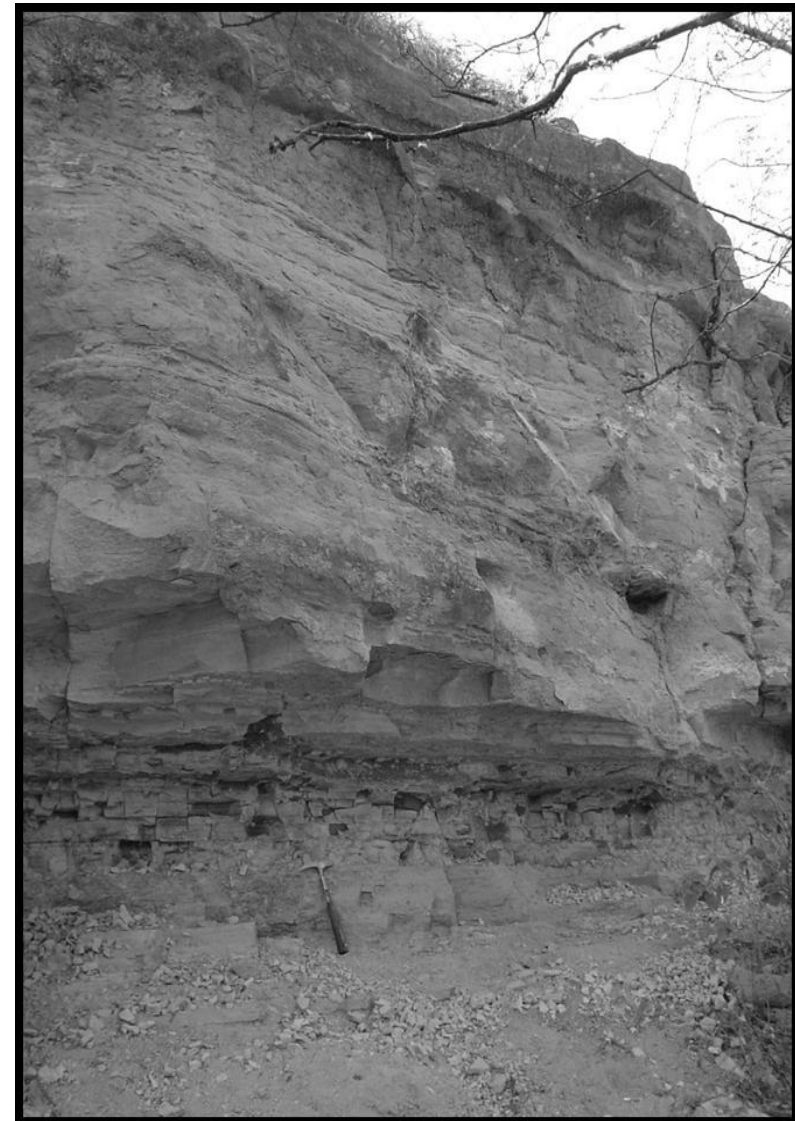
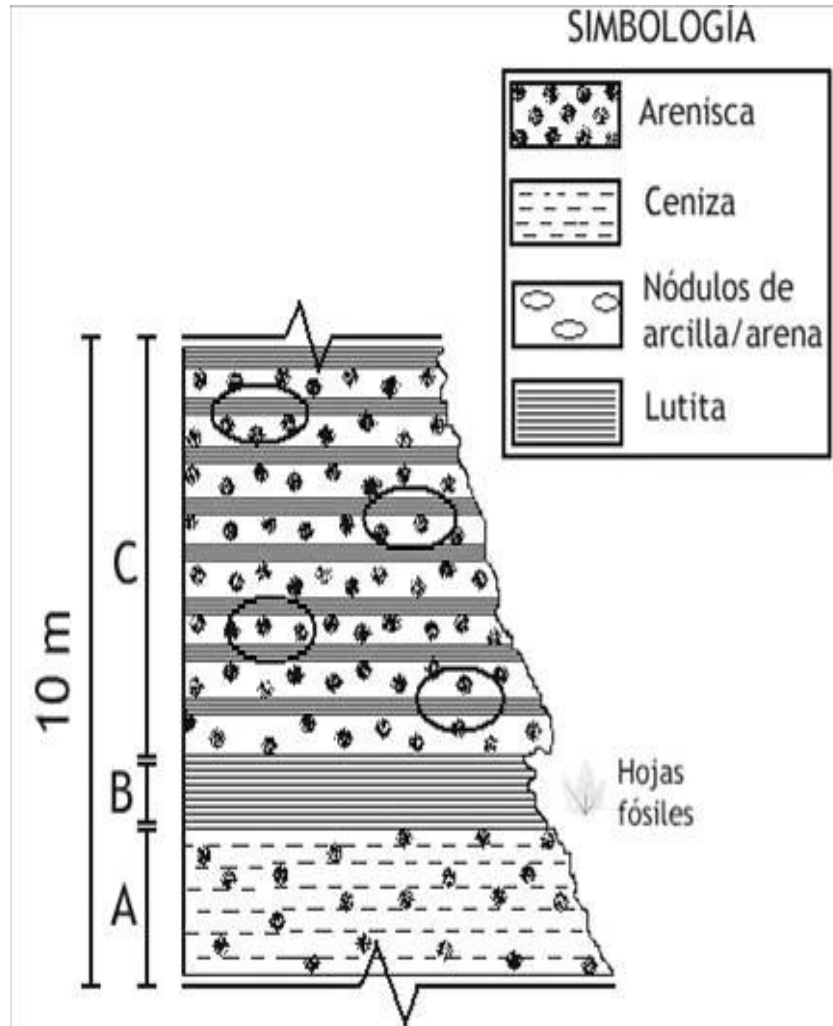


Figura 6. Caracterización litológica de los estratos fosilíferos, con un espesor de 10 m, en la que se muestra la composición de los estratos superior e inferior al estrato de colecta, indicando con la letra B, el estrato de lutita del cual se recolectó el material fósil del presente trabajo.

Tipo de fosilización

El tipo de ambiente sedimentario, en este caso lacustre, así como la presencia de sedimentos finos (lutitas), aunado a un escaso flujo de energía que prevaleció durante el proceso de fosilización, permitió que en la localidad HGO-51 del área Santa María Amajac existiera una mayor probabilidad de fosilización de la materia orgánica.

En el material fósil recolectado se encontró que los modos de preservación que prevalecieron de acuerdo a Schopf (1975) fueron los siguientes (Figura 7):

- **Permineralización.**- Este tipo de fosilización se da cuando los minerales se infiltran en los restos de composición química distinta a las partes duras del organismo. El sílice es uno de los minerales que sustituye a los restos orgánicos, a lo que también se le conoce como silificación, este mineral se encuentra presente en diferente proporción o cantidad en algunas impresiones fósiles, siendo posible observar aún parte del material original.
- **Compresión carbonosa.**- En éste tipo de fosilización se conservaron partes no mineralizadas de plantas en sedimento suave y después del enterramiento se da un reblandecimiento de las paredes celulares que conduce a un colapso celular que provoca la pérdida de gases, agua y sustancias solubles.
- **Preservación autigénica.**- Es el depósito de Carbonato de Calcio sobre estructuras vegetales, que da como resultado un molde de la superficie de la planta, después que ha desaparecido la materia orgánica.

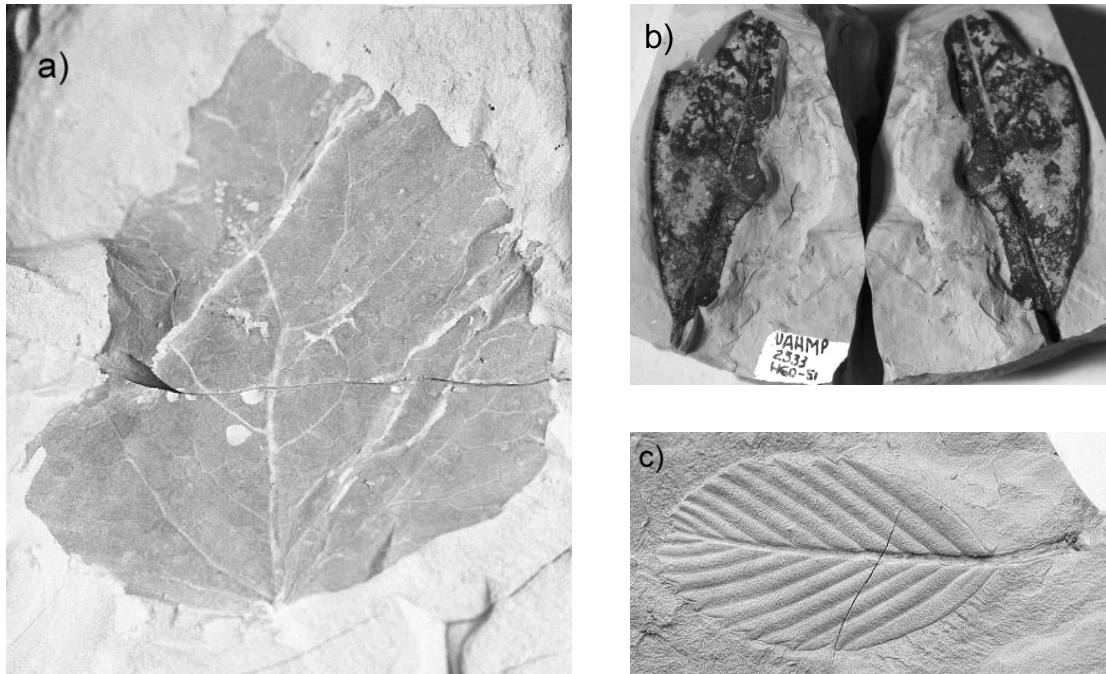


Figura 7. a) Hoja de *Populus* aff. *grandidentata*. en la que se aprecia la presencia de sílice y conservando aún parte del material original. b) Compresión carbonosa de una hoja sin determinar. C) Preservación Autigénica en una hoja de *Cercocarpus* aff. *macrophyllus* en la que se aprecia un molde sin la presencia de materia orgánica.

El tipo de fosilización más frecuente es la preservación autigénica (Figura 8), lo cual permitió apreciar un mayor detalle morfológico y por lo tanto proporcionó más información que la compresión carbonosa, ésta fue menos frecuente y el detalle morfológico mostrado no era muy bueno. Sin embargo, es importante mencionar que la permineralización en las hojas, aunque no fue abundante, se considera de calidad ya que en algunos fragmentos, era posible apreciar detalles muy finos.

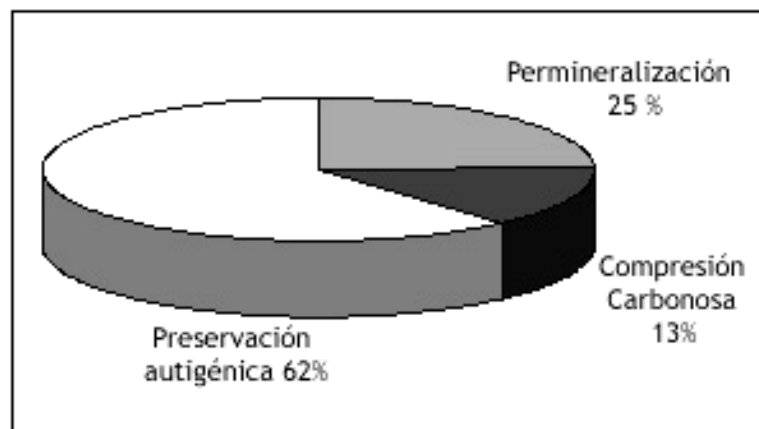


Figura 8. Tipos de fosilización presentes en el material estudiado expresados en términos de porcentajes.

Descripciones Sistemáticas

Clase: Magnoliopsida

Orden: Salicales

Familia: Salicaceae

Género: *Populus* Linnaeus

Populus aff. *grandidentata* Michaux

Material descrito.- UAHMP 2525 (Ejemplar completo, Figura 9); UAHMP 2447 y UAHMP 2518 (Ejemplares incompletos).

Descripción.- La forma de la lámina es ovada y simétrica. El tamaño va de micrófilo (836 mm²) a notófilo (3220 mm²) y varía de 38 a 70 mm de largo por 33 a 69 mm de ancho. La base de la lámina es redondeada y obtusa (122°), mientras que el ápice es convexo y obtuso (105°-118°). Presenta un margen dentado y una proporción largo/ancho de 1.0-1.1:1. Tiene una venación primaria actinódroma (basal) con tres venas basales. La venación secundaria es eucamptódroma, es decir, los nervios van disminuyendo de tamaño cerca del margen y se conectan con nervios pequeños. La venación terciaria es percurrente alternada, ramificada fuera de la vena media. La venación de cuarto orden es opuesta percurrente, es decir, cruza de manera adyacente en trayectorias paralelas sin ramificación. La areolación está moderadamente desarrollada. Presenta cuatro dientes por cada centímetro con la forma ST/RT (recto -lado apical-/retroflexo -lado basal-), con un espacio irregular entre cada diente. La forma del ápice en los dientes es simple con un *sinus* redondeado.

Asignación taxonómica.- El ejemplar UAHMP 2525, es similar a *Populus grandidentata* (Marie-Victorin, 1995; Kostadinov y Hayden, 2001) en los dientes grandes, desiguales y separados en el margen de la lámina, los cuales se encuentran dirigidos hacia arriba. Además, en *Populus grandidentata* el tamaño de las hojas va de 76-101 mm de largo, estando los ejemplares fósiles dentro de este intervalo; asimismo presentan la forma suborbicular u orbicular que la especie actual presenta. Por las características anteriores son asignados a *Populus* aff. *grandidentata*.

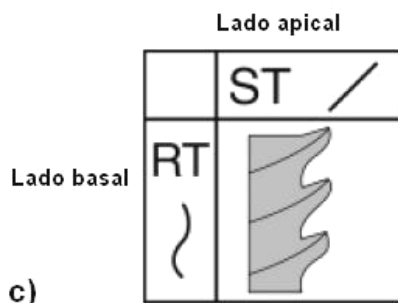
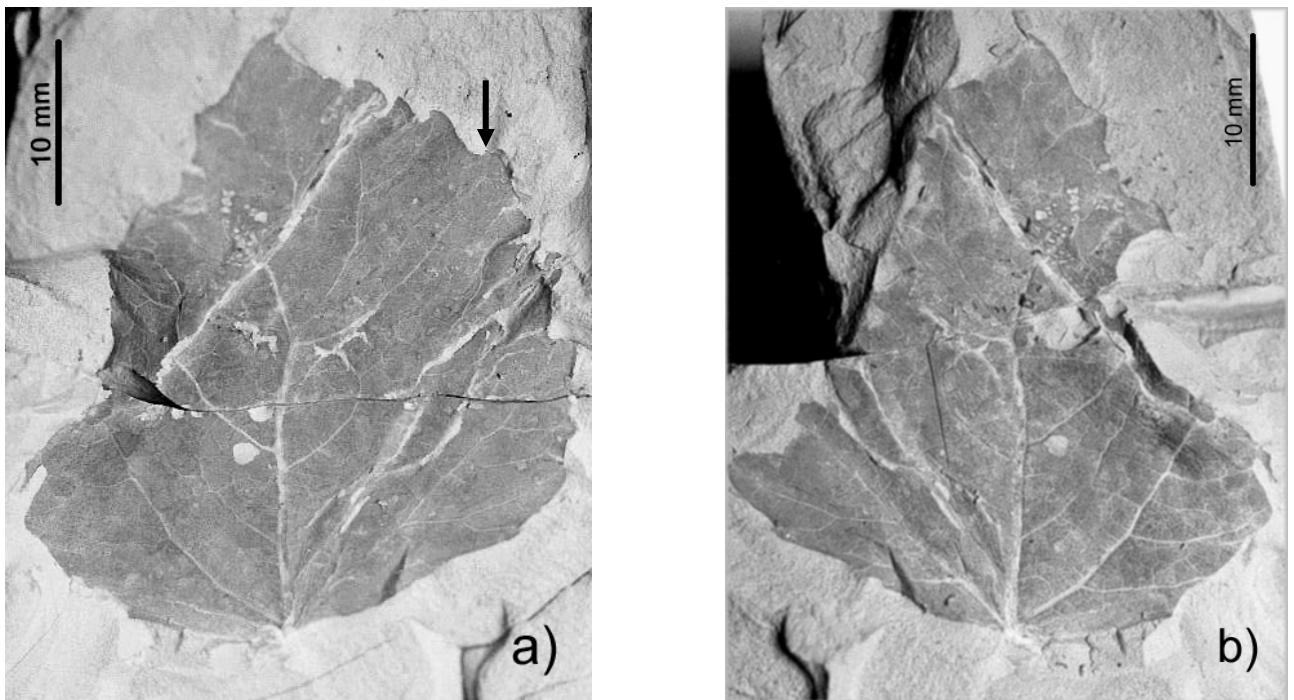


Figura 9. a) Ejemplar de *Populus* aff. *grandidentata* (UAHMP-2525) en donde se observa el margen dentado, señalando los dientes gruesos en el margen de la lámina. b) Contraparte del mismo ejemplar, en el que se aprecia la forma suborbicular. c) Representación gráfica de la forma recto/retroflexo de los dientes en este ejemplar

Clase: Magnoliopsida

Orden: Salicales

Familia: Salicaceae

Género: *Salix* Linnaeus

Salix aff. *humboldtiana* Willdenow

Material descrito.- UAHMP 2562 (Figura 10); UAHMP 2563, UAHMP 2567 y UAHMP 2352. Todos los ejemplares están incompletos.

Descripción.- La lámina es linear 12:1, siguiendo el criterio de Radford *et al.*, (1976) y simétrica. El tamaño de la lámina es nanófilo (103 mm^2 - 136 mm^2) y varía de 31 a 34 mm de largo por 5 a 6 mm de ancho. La forma y ángulo de la base de la lámina no son visibles, mientras que el ápice es estrecho ($4-5^\circ$). Presenta un margen dentado; la proporción largo/ancho es de 5.6-6.2:1. Presenta venación primaria pinnada. La venación secundaria es ligeramente broquidódroma, es decir, las venas secundarias se unen en una serie de arcos, sin llegar a ser prominentes, mientras que el espacio entre estos se va incrementando hacia la base, el ángulo decrece uniformemente hacia esta. La venación terciaria es alterna percurrente y ramificada fuera de la vena media, dado que estas cruzan con las venas secundarias en una discontinuidad angular abrupta, en tanto que el ángulo de la tercera venación respecto a la vena media es obtuso; el ángulo de variabilidad es inconsistente. La venación de cuarto orden es reticulada poligonal regular, en donde las cuartas venas se anastomosan con otras venas y forman polígonos de tamaño y forma similar. La areolación está bien desarrollada y forma polígonos de 5 lados. Presenta un solo orden de dientes, con ápice simple y con forma RT/ST (retroflexo -lado apical-/ recto -lado basal-), encontrando 15 dientes por cada centímetro, el espacio entre estos es regular con un *sinus* redondeado.

Asignación taxonómica.- Los ejemplares UAHMP 2562, UAHMP 2563, UAHMP 2567 y UAHMP 2352 concuerdan con *Salix humboldtiana* (Nee, 1984). Pese a que en los ejemplares fósiles recolectados solo se encontraron fragmentos de hojas, existen similitudes en el largo de la lámina, que va de 7 a 15 cm y 5 a 15 mm de ancho, debido al tamaño que en la actualidad estas hojas llegan a presentar, es la razón a la que se atribuye el hecho de no encontrar hojas completas. Además, *Salix humboldtiana* presenta un margen finamente aserrulado (Nee, 1984), que está claramente visible en los ejemplares fósiles. Sin embargo, debido a que sólo se tienen hojas incompletas, no es posible asignar con seguridad los fragmentos a esta especie.

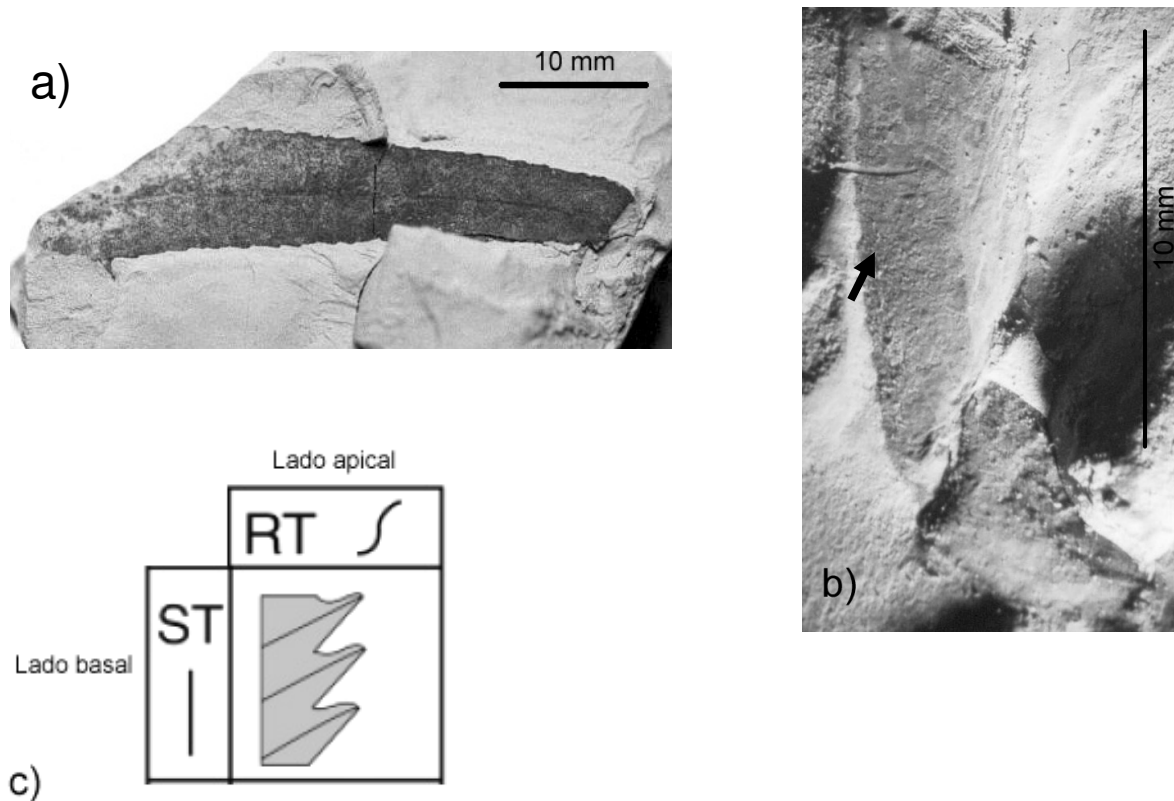


Figura 10. a) Ejemplar de *Salix* aff. *humboldtiana* (UAHMP-2562) en donde se señala el margen dentado de la lámina foliar b) Ejemplar UAHMP-2567 donde se señala la venación broquidódroma, siendo visible la unión de las venas secundarias formando arcos poco prominentes c) Representación gráfica de la forma retroflexo/recto de los dientes en estos ejemplares.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Cercocarpus* Humboldt, Bonpland & Kunth

Cercocarpus aff. *macrophyllus* K. Schneider

Material descrito.- UAHMP 2480 (Ejemplar completo, Figura 11); UAHMP 2353, UAHMP 2361, UAHMP 2385, UAHMP 2377, UAHMP 2461, UAHMP 2463, UAHMP 2457, UAHMP 2455, UAHMP 2489, UAHMP 2494 y UAHMP 2508 (Ejemplares incompletos).

Descripción.- La lámina es elíptica y simétrica. El tamaño de la lámina varía de nanófila (216 mm²) a micrófila (348 mm²) y mide de 25 a 29 mm de largo por 13 a 18 mm de ancho. La base de la lámina es convexa y aguda (81°), en tanto que el ápice es convexo y agudo (90°). La proporción largo/ancho es de 1.6-1.9:1. El margen de la lámina es serrado con cinco dientes por centímetro con un espacio regular entre ellos. La forma de los dientes es CC/FL (cóncavo -lado apical-/flexuoso -lado basal-) con ápice simple. La forma del *sinus* entre los dientes es angular. Presenta venación primaria pinnada, en tanto que la venación secundaria es craspedódroma con nueve pares de venas, en la cual los nervios secundarios llegan al margen, con un espacio y ángulo uniforme respecto a la vena media. La venación terciaria se encuentra reticulada al azar y ramificada hacia el margen de la hoja. La areolación esta moderadamente desarrollada.

Asignación taxonómica.- Los ejemplares fósiles UAHMP 2480, UAHMP 2353, UAHMP 2361, UAHMP 2385, UAHMP 2377, UAHMP 2461, UAHMP 2463, UAHMP 2457, UAHMP 2455, UAHMP 2489, UAHMP 2494 y UAHMP 2508 son similares al género *Cercocarpus* (Rzedowski y Rzedowski, 2001) en caracteres como hojas dentadas, la nervadura pinnada muy manifiesta y la textura gruesa a veces coriácea permiten incluirlos en este género. Asimismo, la hoja fósil UAHMP 2480, presenta similitud con el ejemplar de herbario *Cercocarpus macrophyllus* recolectado por E. Guizar Nolzco y

marcado con el número 811 depositado en el Herbario del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB). Ambos comparten semejanzas en el margen serrado, en la forma elíptica, la nervadura pinnada y en la textura coriácea. Además, el tamaño de la lámina de *Cercocarpus macrophyllus* comúnmente es de 35 a 85 mm de largo; sin embargo éste ejemplar fósil UAHMP 2480 entra en el límite inferior (-30 mm) (Rzedowski y Rzedowski, 2001), aunado al número de venas secundarias que presenta (nueve). Por lo tanto, los ejemplares fósiles UAHMP 2480, UAHMP 2353, UAHMP 2385, UAHMP 2461, UAHMP 2457, UAHMP 2455, UAHMP 2489 y UAHMP 2494 se relacionan con la especie *Cercocarpus aff. macrophyllus*.

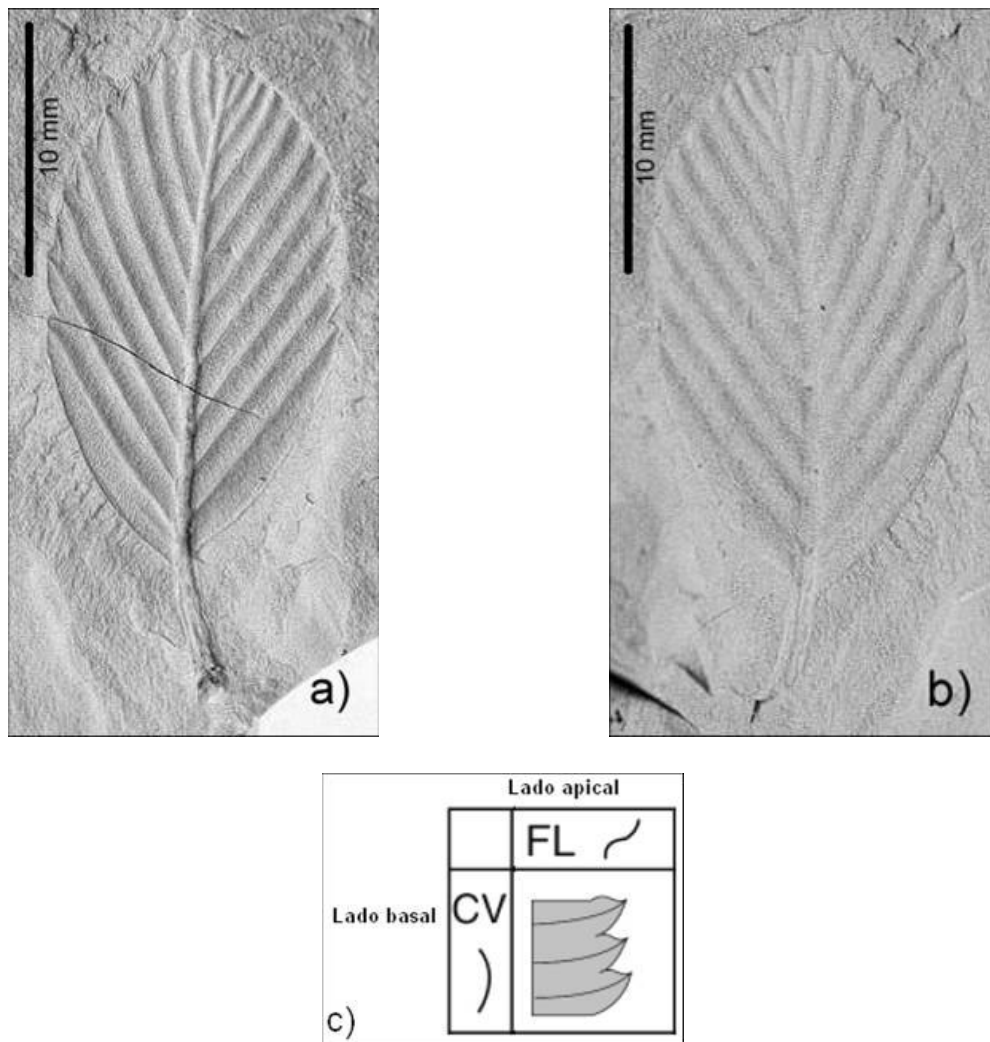


Figura 11. a) Ejemplar de *Cercocarpus aff. macrophyllus* (UAHMP-2480) en donde se aprecia la forma elíptica y se señala el pecíolo ensanchado de la base b) Contraparte del mismo ejemplar, en donde se señala el margen serrado, así como la terminación de la venación secundaria en los dientes de la lámina. c) Representación gráfica de la forma cóncavo/flexuoso de los dientes.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Familia: Fagaceae

Género: *Quercus* Linnaeus

Quercus aff. *sideroxyla* Humboldt & Bonpland

Material descrito.- UAHMP 2583 (Ejemplar incompleto, Figura 12).

Descripción.- La lámina es obovada y simétrica. El tamaño del fragmento es micrófilo (240 mm²) y mide 24 mm de largo y 15 mm de ancho. La base es redondeada y aguda (79°), mientras que la forma y ángulo del ápice no son visibles; sin embargo, puede estimarse el ángulo obtuso (92°) aproximado. La proporción largo/ancho es de 1.6:1. Presenta un margen dentado con un solo diente, el cual tiene un *sinus* redondeado. La venación primaria es pinnada, en tanto que la venación secundaria es semicraspedódroma con siete pares de venas, es decir, en este tipo de venación los nervios secundarios se ramifican cerca del margen, una ramificación termina en el margen y la otra se arquea hacia el siguiente nervio. El espacio y ángulo entre la segunda venación es uniforme, en tanto que la venación terciaria es pobremente visible.

Asignación taxonómica.- El ejemplar UAHMP 2583 es semejante a *Quercus sideroxyla* (González, 1986), en la forma obovada de la lámina y en el tamaño de ésta, que es comúnmente de 30-60 mm y a veces hasta de 100 mm de largo; el ancho de la lámina que es de 25-35 mm y hasta 50 mm; los bordes que generalmente presenta de 1-5 aristas o dientes deltoides a cada lado de la hoja, generalmente están confinados a la tercera parte distal de la hoja y en las nervaduras de 5-9 en cada lado, las cuales terminan en el diente cuando está presente; mientras que las otras nervaduras se anastomosan cerca del borde. Sin embargo, debido a que éste ejemplar está incompleto, pues le falta el ápice no es posible asignarlo con seguridad a esta especie.

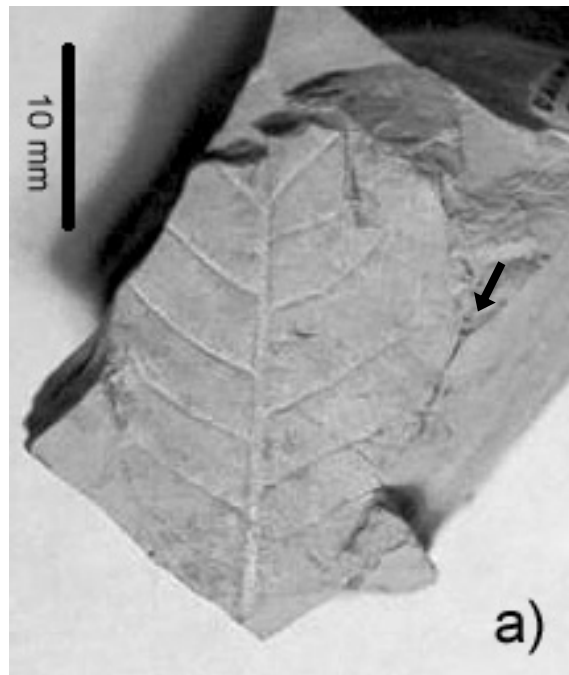


Figura 12. a) Ejemplar de *Quercus* aff. *sideroxyloides* (UAHMP-2583), en donde se aprecia el margen entero y en el cual se señala el diente en este ejemplar.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Familia: Fagaceae

Género: *Quercus* Linnaeus

Quercus aff. *laurina* Humboldt & Bonpland

Material descrito.- UAHMP 2464 (Ejemplar incompleto, Figura 13).

Descripción.- La lámina es obovada y simétrica. El tamaño es micrófilo (704 mm²) y mide 48 mm de largo por 22 mm de ancho. La base es cuneada y aguda (67°). La forma del ápice no puede determinarse, debido a que el ejemplar está incompleto; sin embargo, éste presenta un ángulo agudo (81°). El margen es entero. La proporción largo/ancho es de 2.1:1. Presenta venación primaria pinnada; la venación secundaria es eucamptódroma con cuatro pares de venas, en la cual, los nervios disminuyen de tamaño cerca del margen, donde se interconectan por medio de nervios pequeños sin la formación de arcos conspicuos, el espacio y ángulo entre las venas es uniforme, las venas intersecundarias son poco visibles. La venación terciaria es alterna percurrente, ya que estas se cruzan con las venas secundarias en discontinuidad abrupta y está ramificada hacia la vena media. La areolación está bien desarrollada.

Asignación taxonómica.- El ejemplar fósil UAHMP 2464 es similar a *Quercus laurina* (Valencia *et al.*, 2002) en el largo de la lámina que va 30-160 mm de largo, siendo frecuente de 50 a 140 mm, mientras que el ancho va de 12 a 65 mm de ancho, siendo común de 12 a 35 mm. En la forma lanceolada, en la base que ocasionalmente llega a ser cuneada y en el borde entero. Sin embargo, el número de venas secundarias en esta especie va de 6 hasta 14, y en el fósil solo se presentan cuatro, aunque está incompleto, si puede considerarse dentro de este rango. Con base en lo anterior, éste ejemplar es afín a *Quercus laurina*.

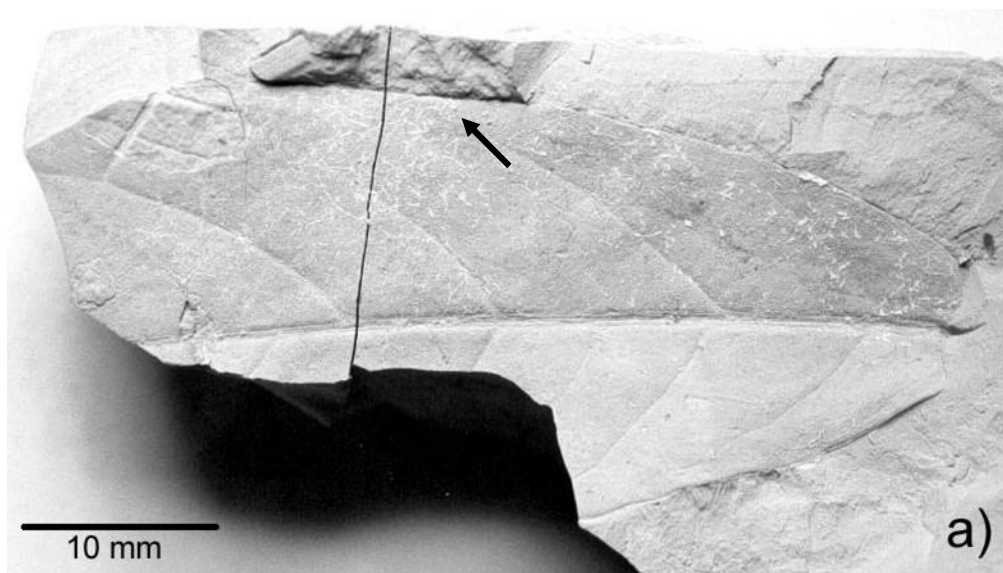


Figura 13. a) Ejemplar de *Quercus* aff. *laurina* (UAHMP-2464) en donde se aprecia la forma lanceolada y el margen entero. b) Contraparte de este mismo ejemplar.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Familia: Fagaceae

Género: *Quercus* Linnaeus

Quercus aff. *crassipes* Humboldt & Bonpland

Material descrito.- UAHMP 2526 (Ejemplar incompleto, Figura 14).

Descripción.- La lámina es oblonga y simétrica. El tamaño es micrófilo (249 mm²) y mide 34 mm de largo por 11 mm de ancho. La base es cordada y aguda (76°), mientras que el ápice es convexo y agudo (54°). El margen de la hoja es entero. La proporción largo/ancho es de 3:1. La venación primaria es pinnada, mientras que la venación secundaria es semicraspedódroma con 12 pares de venas, en las cuales los nervios secundarios se ramifican cerca del margen; una ramificación termina en el margen y la otra se arquea hacia el siguiente nervio. Presenta venas intersecundarias que están muy marcadas. La venación terciaria es alterna percurrente, ya que éstas cruzan con las venas secundarias en discontinuidades abruptas y su ángulo de variabilidad respecto a la primera vena es inconsistente. La venación de cuarto orden es alterna percurrente. La areolación está bien desarrollada.

Asignación taxonómica.- El ejemplar UAHMP 2526 es similar a *Quercus crassipes* (González, 1986) en el tamaño de la hoja, el cual va de 25 mm hasta 40 a 90 mm de largo, por 10 a 20 mm de ancho (Rzedowski y Rzedowski, 2001), hasta 35 mm, según González (1986). Hay similitudes en el número de nervaduras secundarias, las cuales entran en el intervalo mencionado por González (1986), Rzedowski y Rzedowski (2001) y Zavala (1995), que comprende de 10-17 en cada lado. La hoja fósil UAHMP 2526 tiene 12 pares de venas. Además de tener el ángulo recto o casi recto respecto a la vena media que las venas secundarias llegan a presentar en

Quercus crassipes, que en el ejemplar fósil la inclinación de las venas es muy próxima a este ángulo. Por las características anteriores es afín a *Quercus* aff. *crassipes*.

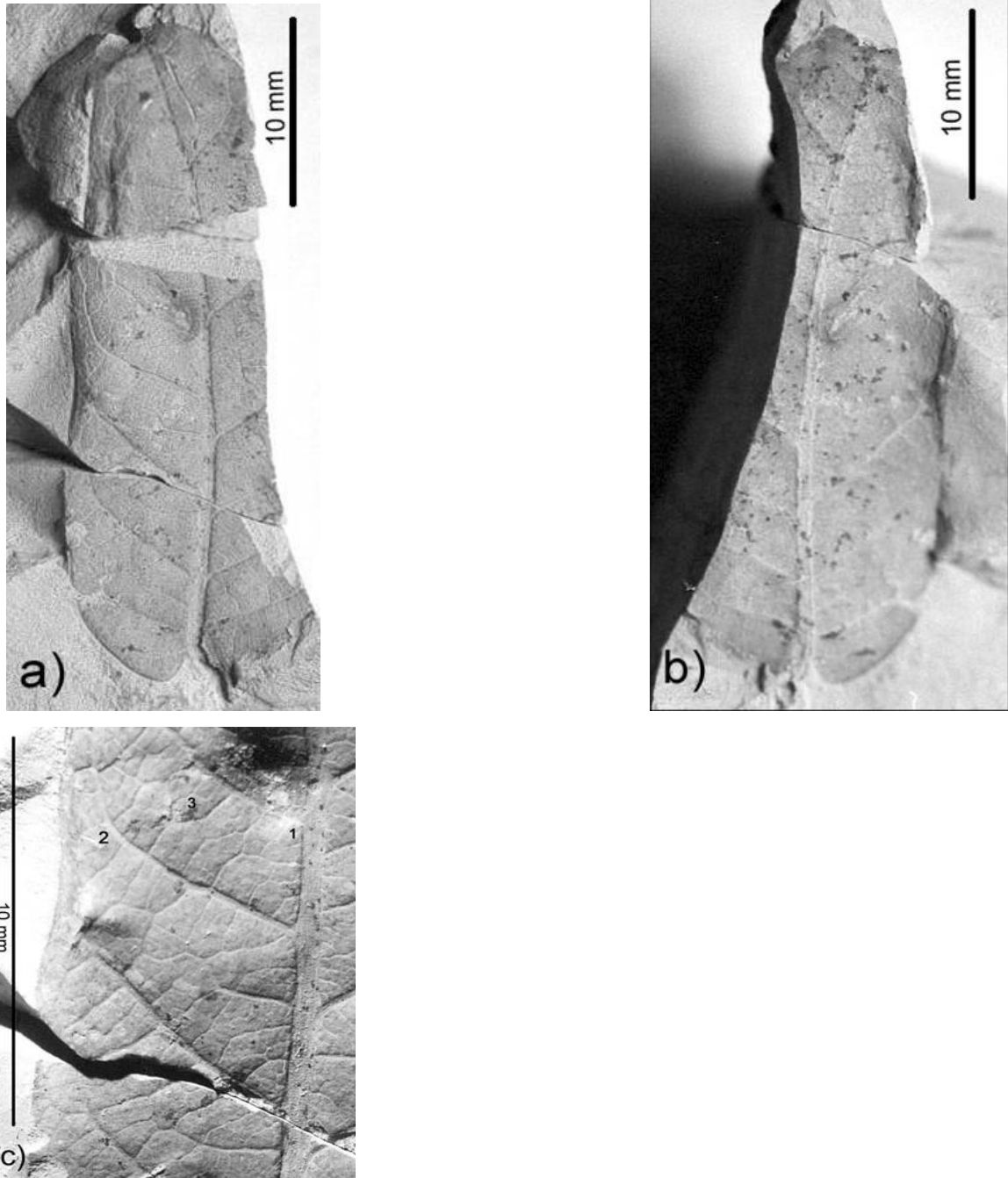


Figura 14. a) Ejemplar de *Quercus* aff. *crassipes* (UAHMP-2526) en donde se señalan las venas intersecundarias. b) Contraparte de este mismo ejemplar, apreciándose la forma oblonga. c) Mismo ejemplar en donde se señala con la flecha marcada con el número 1 la venación primaria; con la flecha marcada con el número 2, la venación secundaria semicraspedódroma; y con la flecha marcada con el número 3, se señala la venación terciaria.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Familia: Fagaceae

Género: *Quercus* Linnaeus

Quercus aff. *depressipes* Trelease

Material descrito.- UAHMP 2564 (Ejemplar completo, Figura 15).

Descripción.- La lámina es elíptica y simétrica. El tamaño es micrófilo (298 mm²) y mide 32 mm de largo y 14 mm de ancho. La forma de la base y ápice es convexa y aguda (83°) en el primero, mientras que en el segundo es de 87°. El margen de la hoja es dentado. La proporción largo/ancho es de 2.2:1. La venación primaria es pinnada, mientras que la venación secundaria es semicraspedódroma con 12 pares de venas, en donde los nervios secundarios se ramifican cerca del margen, una ramificación termina en los dientes de la lámina y la otra se arquea al siguiente nervio. El espacio de la venación secundaria es uniforme, en tanto que existe un incremento uniforme del ángulo hacia la base, presenta venas intersecundarias muy marcadas. La venación terciaria es reticulada poligonal regular, ya que las venas terciarias se anastomosan con otras venas terciarias, formando polígonos de similar tamaño y forma; el ángulo de la venación terciaria respecto a la vena media es obtuso. La venación de cuarto y quinto orden es reticulada poligonal regular, en donde las cuartas venas se anastomosan con otras venas y forman polígonos de similar tamaño y forma, al igual que en las venas terciarias. La areolación esta bien desarrollada, formando areolas de cuatro lados

Asignación taxonómica.- El ejemplar UAHMP 2564 es afín a *Quercus depressipes*, (González, 1986) en el tamaño, el cual queda dentro del intervalo descrito por el autor, el cual va de (50-) 150 a 250 (-400) mm de largo, la forma elíptica, ápice redondeado, la presencia del borde con 1-3 puntas callosas o dientes mucronados

en cada lado de la hoja. Sin embargo, el número de nervaduras secundarias para la especie actual es de 4-8, en contraste con el fósil que presenta 12.

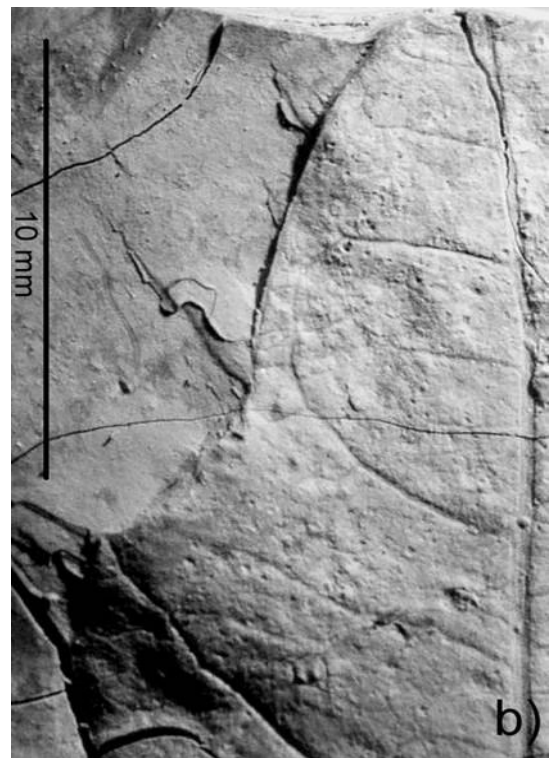
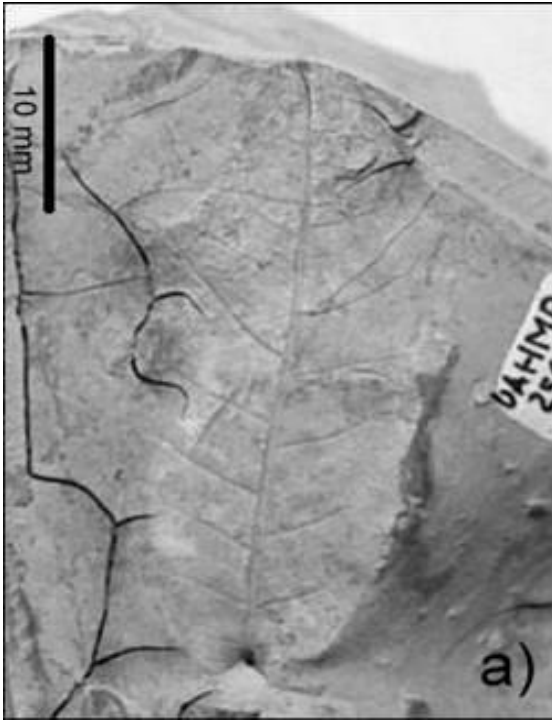


Figura 15. a) Ejemplar de *Quercus* aff. *depressipes* (UAHMP-2564), donde puede observarse la forma elíptica. b) Mismo ejemplar, en el que señala la nervadura semicraspedódroma, así como la presencia de un diente.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Familia: Fagaceae

Género: *Quercus* Linnaeus

Quercus sp. Morfotipo 1

Material descrito.- UAHMP 2527 (Ejemplar completo, Figura 16).

Descripción.- La lámina es oblonga y simétrica. El tamaño es micrófilo (298 mm²) y mide 28 mm de largo por 16 mm de ancho. La base es redondeada y obtusa (100°), mientras que el ápice es convexo y agudo (88°). Presenta un margen entero. La proporción largo/ancho es de 1.7:1. La venación primaria es pinnada, mientras que la venación secundaria es broquidódroma con seis pares de venas, en las cuales los nervios no llegan al margen de la hoja, es decir, se unen en una serie de arcos. El espacio entre las venas secundarias es uniforme. La venación terciaria es reticulada poligonal regular y está ramificada fuera de la vena media con un ángulo agudo respecto a ésta, el ángulo de variabilidad es inconsistente. La areolación está pobremente desarrollada

Asignación taxonómica.- El ejemplar UAHMP 2527 es semejante a *Quercus grisea* (González, 1986), en el largo de la lámina que va de (-10) 20-40 (-80) mm, en el ancho que va de (5-) 10-30 (-40) mm, en la forma oblonga, en la base redondeada, en el borde entero y en el número de nervaduras secundarias las cuales van de 6-10 en cada lado, ascendentes muy ramificadas y anastomosándose; a pesar de esto el ejemplar está incompleto, debido a que le falta principalmente el ápice, que en *Quercus grisea*, es redondeado. También, muestra gran parecido con *Quercus microphylla* (González, 1986) en el largo de la hoja de éste encino actual que va de (8-) 20-39 (-65) mm de largo y de 6-15 (-25) mm de ancho, en la base redondeada, margen entero y en el número de nervaduras primarias de 6-7(-8) en cada lado, ascendentes que se ramifican y anastomosan antes del borde. Debido a que la

forma del ápice que en *Quercus grisea* es redondeado, en tanto que en *Quercus microphylla* es mucronado, no es posible asignar este ejemplar a ninguna de las dos especies

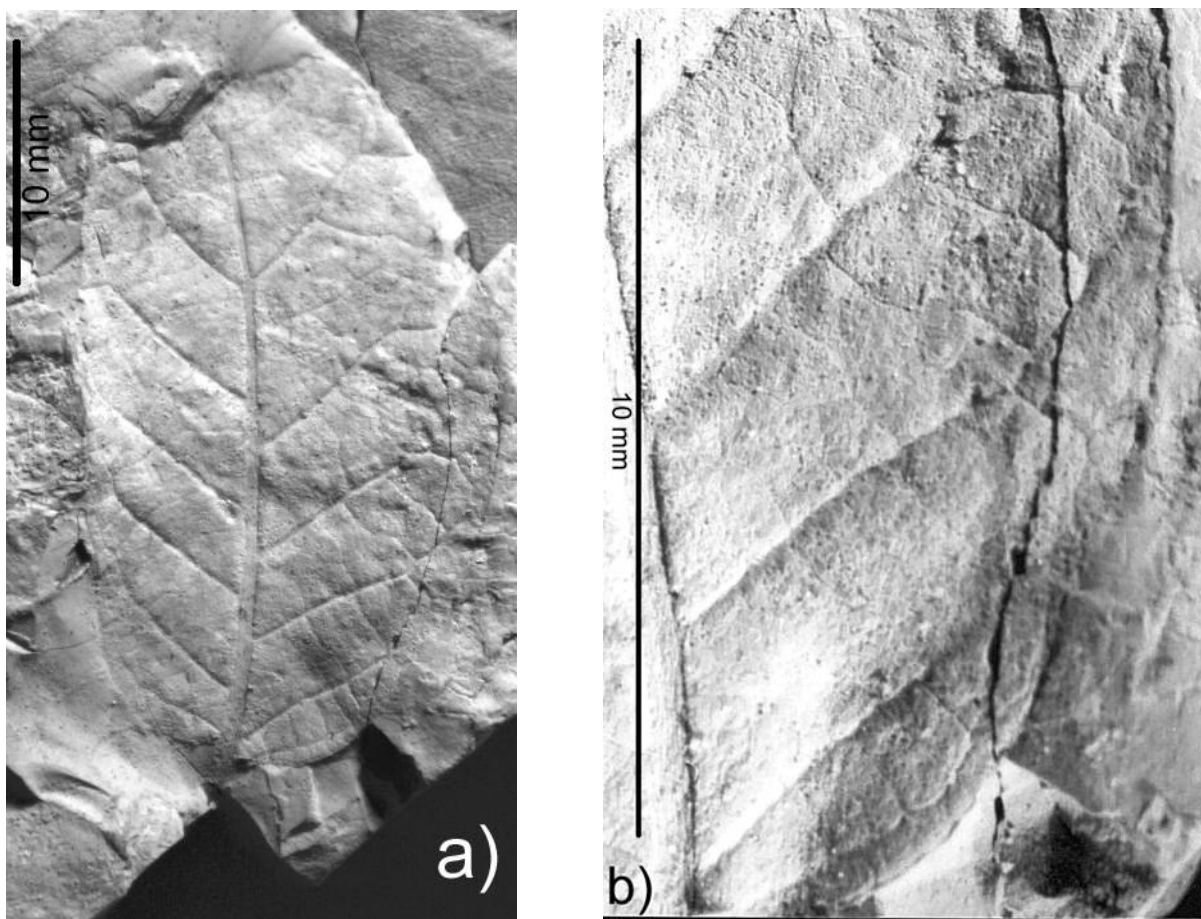


Figura 16. a) Ejemplar de *Quercus* sp. (UAHMP-2527) en donde se aprecia la forma oblonga. b) Mismo ejemplar en donde se señalan con las flechas la venación broquidódroma, en donde los nervios forman arcos sin llegar al margen de la lámina de la hoja.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Familia: Fagaceae

Género: *Quercus* Linnaeus

Quercus sp. Morfotipo 2

Material descrito.- UAHMP 2568 (Ejemplar incompleto, Figura 17).

Descripción.- La lámina es obovada y simétrica. El tamaño es micrófilo (1198 mm²) y mide 58 mm de largo por 31 mm de ancho. La base aunque incompleta, parece tener una forma convexa/redondeada y un ángulo agudo (78°), mientras que el ápice está incompleto; sin embargo, puede estimarse un ángulo obtuso aproximado de 102°. El margen de la hoja es entero. La proporción largo/ancho es de 1.8:1. La venación primaria es pinnada, mientras que la venación secundaria es semicraspedódroma con nueve pares de venas aproximadamente, en la cual los nervios secundarios se ramifican cerca del margen; una ramificación termina en el margen y la otra se arquea hacia el siguiente nervio. La venación terciaria es alterna percurrente, ya que estas cruzan con las venas secundarias en discontinuidades abruptas y su ángulo respecto a la vena media es obtuso. La areolación no es claramente visible.

Asignación taxonómica.- El ejemplar fósil UAHMP 2568 es semejante con *Quercus elliptica* (Valencia *et al.*, 2002) en la forma obovada, en el tamaño de éste que va de (30-) 70-145 mm de largo por 20-60 (-73) mm de ancho, el cual queda dentro de estos intervalos, en el margen entero y en el número de venas secundarias, las cuales van de 70-100 (-150) mm, ascendentes, curvas rara vez rectas, encontrando en el ejemplar fósil, nueve pares de venas que se ramifican y se anastomosan en el margen. Asimismo, éste fósil presenta similitudes con *Quercus obtusata* (Valencia *et al.*, 2002), en la forma obovada y en el tamaño de la lámina, el cual va de 54-180

(-210) mm de largo por (19-) 25-99 mm de ancho, así como en el margen que frecuentemente es ligeramente revoluto con (1-) 3-8 lóbulos o dientes mucronados, aunque también llega ser rara vez entero; en las venas secundarias que comprenden de (6-) 8-12 a cada lado de la vena media, ligeramente curvas, rara vez rectas, ascendentes, ramificadas y anastomosadas cerca del margen o llegando enteras hasta éste. Por estas similitudes y debido a que el ejemplar fósil está incompleto pues le falta principalmente el ápice, así como parte de la base y ya que en *Quercus elíptica* el ápice es redondeado y obtuso y con la base obtusa, ligeramente subcordada, mientras que *Quercus obtusata* tiene un ápice que va de agudo a obtuso o redondeado y una base obtusa, truncada o subcordada, no es posible asignar al ejemplar UAHMP 2568 a una especie en particular.



Figura 17. Ejemplar de *Quercus* sp. (UAHMP-2568) en donde se aprecia la forma obovada, aunque el ejemplar se encuentre incompleto.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Familia: Fagaceae

Género: *Quercus* Linnaeus

Quercus sp. Morfotipo 3

Material descrito.- UAHMP 2548 (Ejemplar incompleto, Figura 18).

Descripción.- La lámina es obovada y simétrica. El tamaño es notófilo (2508 mm²) y mide 66 mm de largo y 57 mm de ancho. La forma y ángulo de la base no son visibles; sin embargo, se puede hacer estimaciones de la forma que podría parecer cuneada, con ángulo agudo aproximado de 70°, debido a la forma que presenta la lámina. La forma y ángulo del ápice tampoco son visibles. El margen de la hoja es dentado. La proporción largo/ancho es de 1.1:1. La venación primaria es pinnada, mientras que la venación secundaria es semicraspedódroma con seis pares de venas, en los cuales los nervios secundarios se ramifican cerca del margen una ramificación termina en los dientes de la lámina y la otra se arquea al siguiente nervio, el espacio y ángulo de la venación secundaria es uniforme; las venas intersecundarias están débilmente marcadas. La venación terciaria es alterna percurrente, ya que estas cruzan con las venas secundarias en discontinuidades abruptas formando ángulos obtusos respecto a la vena media, los cuales van decreciendo y aumentan hacia la base de la lámina; la venación de cuarto orden es alterna percurrente. La areolación esta bien desarrollada. Presenta un diente por cada cm. y la forma de estos es CC/CC (cóncavo -lado apical-/ cóncavo -lado basal-). El ápice del diente es simple, mientras que el *sinus* es redondeado.

Asignación taxonómica.- El ejemplar fósil UAHMP 2548 es similar a *Quercus scytophylla* (Valencia *et al.*, 2002) en la lámina obovada, en el tamaño de éste que va de (40-) 50-170 (-247) mm de largo por (10-) 25-80 mm de ancho, el cual queda dentro del intervalo, en el número de venas secundarias que va de 6-9,

ascendentes, casi rectas o ligeramente curvas, en ocasiones solamente rectas en la proximidad con la vena media, no así cerca del margen, donde se curvan y adelgazan ramificadas y anastomosadas con las adyacentes y las venas superiores más rectas prolongándose hasta la arista (Valencia, *et al.*, 2002). Sin embargo, es importante mencionar que debido a que el ejemplar está incompleto, pues le falta la base como el ápice no puede asignarse a ésta especie.

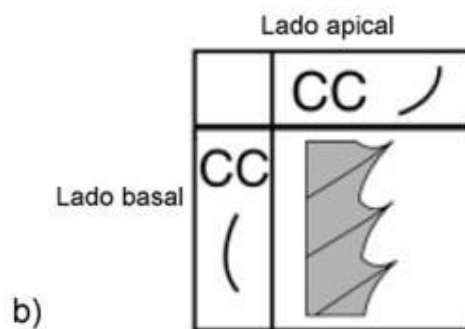


Figura 18. a) Ejemplar de *Quercus* sp. (UAHMP-2548) aunque incompleto puede determinarse la forma obovada, con una flecha se señalan la nervadura secundaria, la cual se bifurca, terminando una parte en el diente de la hoja, mientras que la otra se arquea al siguiente nervio, mientras que con la otra se indica la presencia de dientes en este ejemplar b) Representación gráfica de la forma cóncavo/cóncavo de los dientes en este ejemplar.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Familia: Fagaceae

Género: *Quercus* Linnaeus

Quercus sp. Morfotipo 4

Material descrito.- UAHMP 2528 (Ejemplar incompleto, Figura 19).

Descripción.- La lámina es obovada y asimétrica. El tamaño es nanófilo (198 mm²) y mide 47 mm de largo y 29 mm de ancho. El pecíolo mide 5 mm, la forma de la base es cordada con un ángulo agudo (89°). La forma del ápice no es visible; sin embargo, este tiene un ángulo obtuso aproximado de (107°). El margen de la hoja es entero. La proporción largo/ancho es de 1.6:1. La venación primaria es pinnada, mientras que la venación secundaria es cladódroma con seis pares de venas, en los cuales los nervios secundarios se bifurcan libremente hacia el margen; el espacio y ángulo de la venación secundaria es uniforme; las venas intersecundarias están ausentes. La venación terciaria es alterna percurrente, ya que estas cruzan con las venas secundarias en una discontinuidad angular abrupta; el ángulo de la venación terciaria respecto a la vena media es obtuso; el ángulo de variabilidad de la venación terciaria es decreciente fuera de la vena media, es decir, los ángulos de las venas terciarias llegan a ser agudos fuera del eje de simetría. La venación de cuarto orden es reticulada poligonal regular, en donde las cuartas venas se anastomosan con otras venas y forman polígonos de similar tamaño y forma. La areolación esta bien desarrollada.

Asignación taxonómica.- El ejemplar UAHMP 2528 es similar a *Quercus fulva* (González, 1986) en el tamaño de la lámina, el cual oscila entre 50 a 150 mm de largo, siendo frecuente el tamaño de 80-100 mm, en tanto que el ancho comúnmente es de 30-60 mm y poco común de 120 mm de ancho; la forma cordada de la base; el tipo de borde que en la mayoría son enteros, siendo menos frecuente

el dentado que cuando se presenta tiene de 1-4 dientes aristados bajos y anchos; en las nervaduras que van de 6-10 para cada lado, las cuales se presentan muy marcadas y ascendentes, ramificándose y anastomosándose cerca del borde o pasan directamente hasta el diente si estos están presentes. Las nervaduras primarias y secundarias están evidentemente impresas, se observan en este fósil. Sin embargo, debido a que el fósil está incompleto no es posible distinguir características principalmente del ápice y por lo tanto no puede ser asignado de manera confiable a especie alguna.

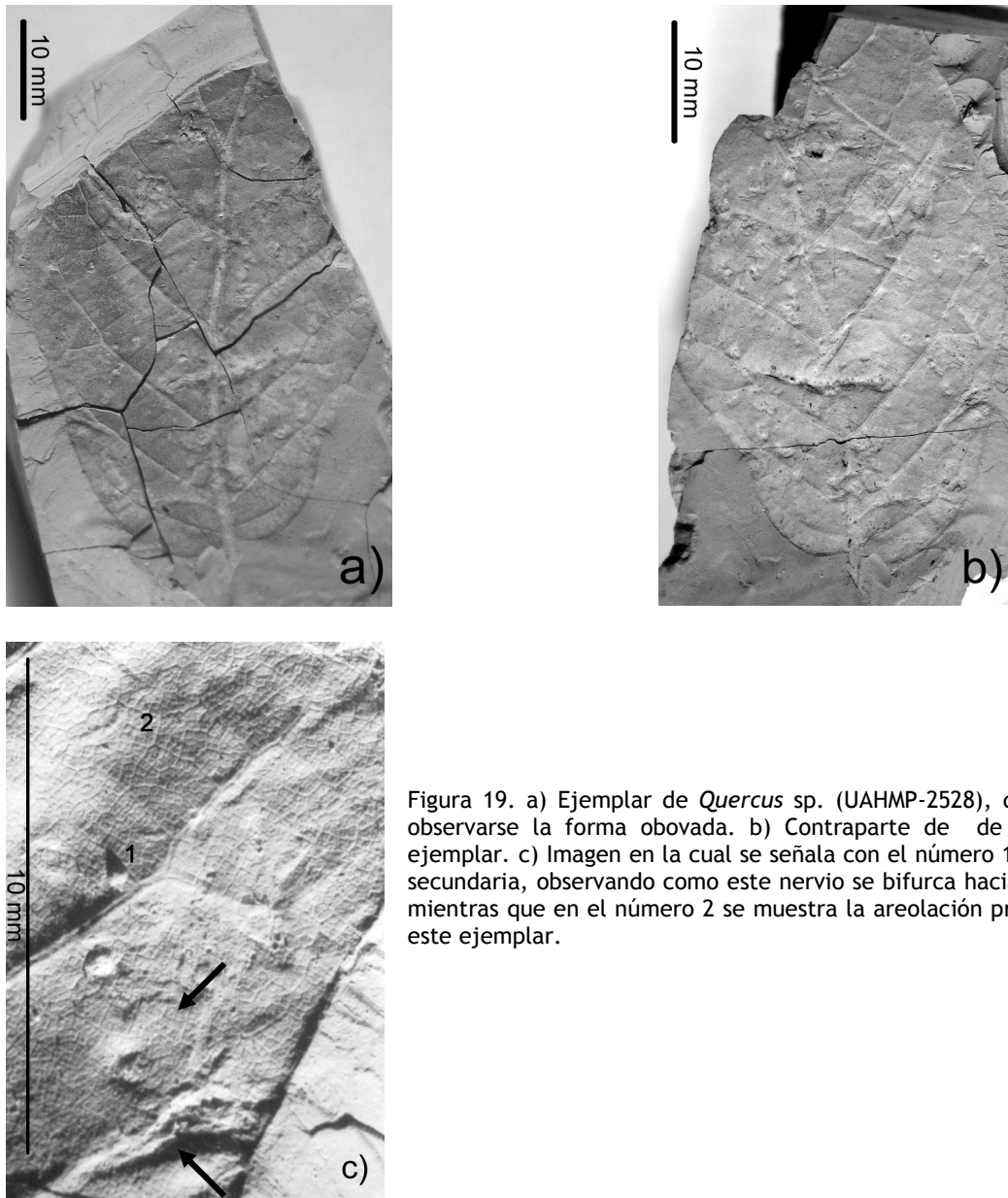


Figura 19. a) Ejemplar de *Quercus* sp. (UAHMP-2528), donde puede observarse la forma obovada. b) Contraparte de de este mismo ejemplar. c) Imagen en la cual se señala con el número 1 la venación secundaria, observando como este nervio se bifurca hacia el margen, mientras que en el número 2 se muestra la areolación presentada en este ejemplar.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rhamnales

Familia: Rhamnaceae

Género: *Karwinskia* Zuccarini

Karwinskia aff. *humboldtiana* (Roemer & Schultes) Zuccarini

Material descrito.- UAHMP 2515 (Ejemplar incompleto, Figura 20).

Descripción.- La lámina es ovada y simétrica. El tamaño es micrófilo (320 mm²) y mide 32 mm de largo por 15 mm de ancho. La forma de la base está incompleta aunque puede estimarse un ángulo agudo (78°), mientras que su ápice es convexo y agudo (61°). Presenta margen entero. La proporción largo/ancho es de 2.1:1. La venación primaria es pinnada, mientras que la venación secundaria es craspedódroma con 11 pares de venas, en la cual, los nervios secundarios llegan al margen, en tanto que el espacio y ángulo entre estas venas es uniforme. La venación terciaria está reticulada al azar y ramificada. La areolación está moderadamente desarrollada.

Asignación taxonómica.- Solo se tiene un ejemplar, que aunque incompleto, comparte similitudes con *Karwinskia humboldtiana* (Fernández, 1996) tales como: forma elíptico-ovada y largo de lámina de 25 a 75 mm. Además, la hoja fósil presenta semejanzas importantes con el ejemplar de herbario *Karwinskia humboldtiana* recolectado por E. Guizar Nolasco y marcado con el número 1526, que se encuentra depositado en el Herbario del CIB. Las similitudes encontradas son: la forma ovada de la lámina, el número de venas secundarias, en donde el ejemplar de herbario presenta 11 a 16 pares de venas, en tanto que el ejemplar fósil presenta 11, pese a que no está completo. El tamaño de la hoja actual es de 22 a 55 mm de ancho, mientras que el ancho es de 17 a 19 mm, por lo que anterior se encontró que el ejemplar UAHMP 2515 entra en los intervalos de la especie actual, pero no con el ápice obtuso que en éstas presentan según Fernández, 1996.

Aunque en el ejemplar de herbario 1526 se observó que algunas hojas sí llegan a presentar el ápice agudo como en la hoja fósil, por lo que ésta es asignada a *Karwinskia* aff. *humboldtiana*.

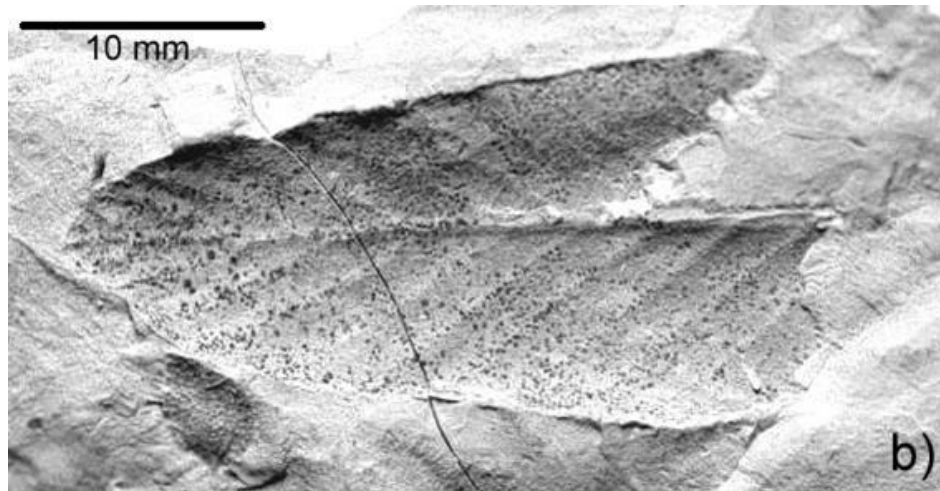


Figura 20. a) Ejemplar de *Karwinskia* aff. *humboldtiana* (UAHMP-2515), en donde se observa el margen entero de la lámina así como los 11 pares de nervaduras secundarias. b) Contraparte de este mismo ejemplar, aunque incompleto de la base puede observarse la forma ovada.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rhamnales

Familia: Rhamnaceae

Género: *Karwinskia* Zuccarini

Karwinskia aff. *mollis* Schlechtendal

Material descrito.- UAHMP 2514 (Ejemplar completo, Figura 21), UAHMP 2561, UAHMP 2402 y UAHMP 2424 (Ejemplares incompletos).

Descripción.- La lámina es elíptica y simétrica. El tamaño es nanófilo (88 mm²-198 mm²) y mide 22 a 33 mm de largo y 6 a 9 mm de ancho. El pecíolo es marginal mide 5 mm, la base de la lámina es convexa y aguda (58°), mientras que el ápice es convexo y agudo (55°). El margen de la lámina es entero. La proporción largo/ancho es de 3.6:1. La venación primaria es pinnada; mientras que la venación secundaria es craspedódroma, con 11 pares de venas, en donde los nervios secundarios llegan al margen, en tanto que el espacio y ángulo entre estas venas es uniforme. La venación terciaria es opuesta percurrente con un curso convexo, en donde la porción media de la vena se curva hacia el centro de la hoja, y con ángulo obtuso respecto a la vena media, el cual se va incrementando fuera de la vena media, es decir, los ángulos de las venas terciarias llegan a ser más obtusos hacia el eje de simetría. La areolación está moderadamente desarrollada.

Asignación taxonómica.- Los ejemplares UAHMP 2514, UAHMP 2561, UAHMP 2402 y UAHMP 2424 son similares *Karwinskia mollis* descrita por Fernández (1996), en la forma elíptica, el largo de la lámina que va de 15 a 35 mm de largo por 8 a 15 mm de ancho margen entero así como venación pinnada, por lo que éstos caracteres permiten proponer a estos ejemplares, posiblemente a ésta especie. Además, los restos de hojas fósiles presentan semejanzas importantes con el ejemplar de herbario *Karwinskia mollis* recolectado por E. Guizar Nolzco y marcado con el número 1463, que se encuentra depositado en el Herbario del CIB, las similitudes

encontradas concuerdan con la descripción de esta especie de Fernández (1996), aunque en este ejemplar de herbario se observa que *Karwinskia mollis* llega a presentar el largo de lámina hasta de 42 mm. Es importante mencionar que si bien el ejemplar UAHMP 2514, está completo, presenta una gran cantidad de hematita, la cual no permite observar detalles más finos. Por lo anteriormente mencionado, éste es asignado a *Karwinskia* aff. *mollis*.

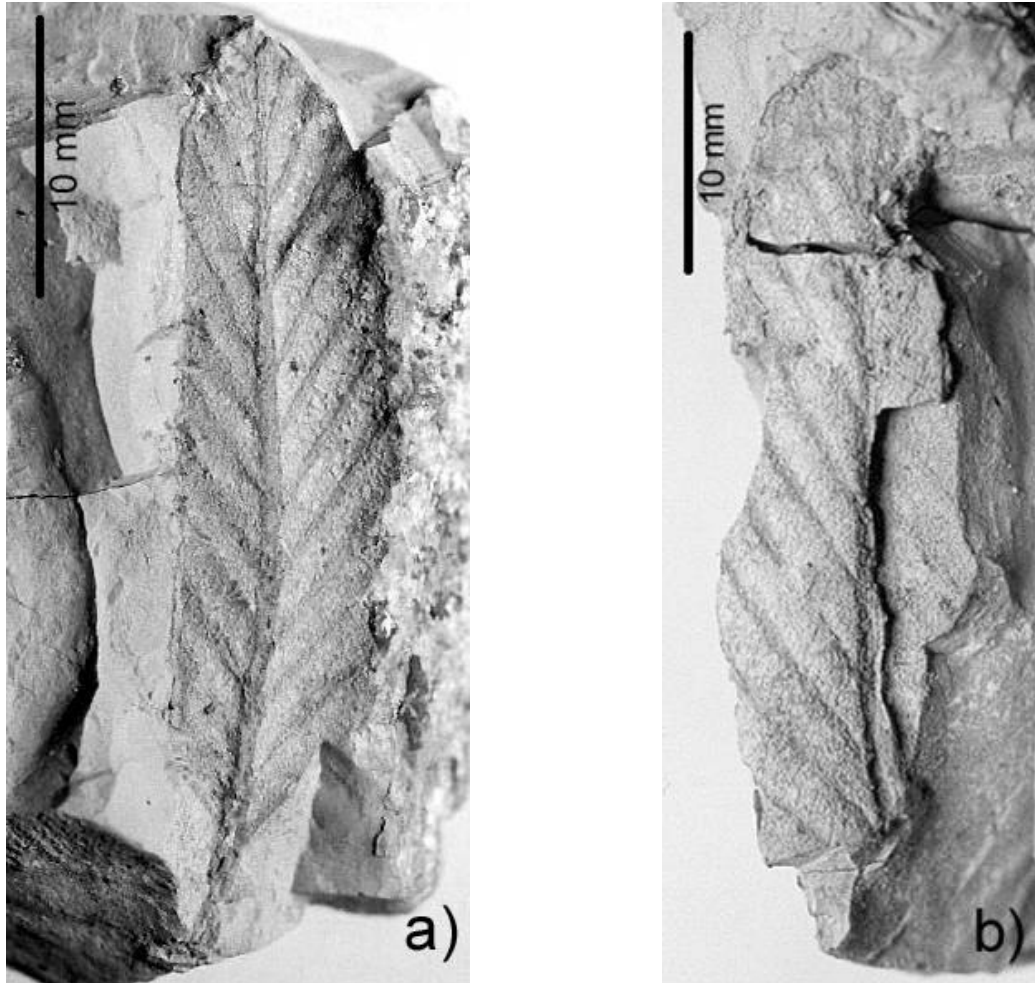


Figura 21. a) Ejemplar de *Karwinskia* aff. *mollis* (UAHMP-2514), donde puede observarse la forma elíptica, así como 11 pares de venas en esta lámina b) Contraparte de este mismo ejemplar, del cual fue posible observar con mejor detalle las características foliares.

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Anacardiaceae

Género: *Rhus* Linnaeus

Rhus aff. *aromatica* var. *trilobata* Nuttall

Material descrito.- UAHMP 2553 (Ejemplar incompleto, Figura 22).

Descripción.- La lámina es ovada y simétrica. El tamaño es micrófilo (360 mm²) y mide 30 mm de largo y 18 mm de ancho. La base de la lámina no es visible, sin embargo, puede estimarse un ángulo (86°) aproximado, mientras que el ápice es redondeado y agudo (83°). El margen de la lámina es entero. La proporción largo/ancho es de 1.6:1. Presenta venación pinnada; la segunda venación es semicraspedódroma, con pares de venas, en donde los nervios secundarios se ramifican cerca del margen; una ramificación termina en el margen y la otra se arquea hacia el siguiente nervio, en tanto que el espacio entre estas venas es irregular, la tercera venación esta reticulada al azar y con ángulo respecto a la vena media obtuso. La areolación esta moderadamente desarrollada.

Asignación taxonómica.- El género *Rhus* con frecuencia presenta hojas imparipinnadas o trifolioladas, a veces simples (Rzedowski y Rzedowski, 1999). El ejemplar UAHMP 2553, presenta gran similitud con *Rhus aromatica* var. *trilobata* descrita por los mismos autores, en las hojas trifolioladas, en el foliolo terminal rómbico-ovado, rómbico u obtriangular, de 10 a 30 (45) mm de largo y a menudo otro tanto de ancho, foliolos laterales obovados, más anchos en la mitad distal, por lo mencionado anteriormente, es posible que el ejemplar fósil pueda corresponder a un foliolo terminal o lateral debido a la forma ovada que llegan a tener. Aunque la preservación en éste ejemplar no es muy buena, si es afín a la especie *Rhus aromatica* var. *trilobata*.

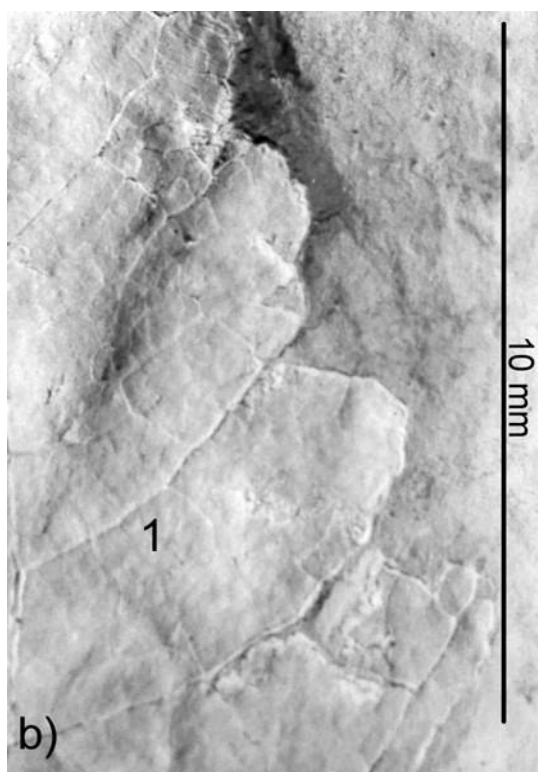


Figura 22.a) Ejemplar de *Rhus* aff. *aromatica* var. *trilobata*. (UAHMP-2553). b) Mismo ejemplar, en donde se señala la venación secundaria semicraspedódroma.

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: *Poaceae*

Género: *Glyceria* R. Brown

Glyceria aff. *fluitans* (Linnaeus) R. Brown

Material descrito.- UAHMP 2513 (Ejemplar completo, Figura 23).

Descripción.- Espiguilla de 14 mm de largo, oblonga, presenta 6 lemas lanceoladas, nervadas, de 2.2 mm de largo y 1.1 mm de ancho, el tamaño de las lemas a lo largo de la espiguilla es uniforme, el raquis está claramente impreso y marcado a lo largo de la espiguilla. No son visibles las aristas en este ejemplar.

Asignación taxonómica.- El ejemplar UAHMP 2513 es similar a *Glyceria fluitans* (Rzedowski y Rzedowski, 2001), en el tamaño de la espiguilla el cual va de 8 a 30 mm de largo, la forma oblongo-linear, lemas oblongas, y nervadas. Además, utilizando la clave de Beetle (1991), permite llegar también a esta especie, pues el tamaño de ésta espiguilla queda dentro del intervalo de *Glyceria fluitans* actual.

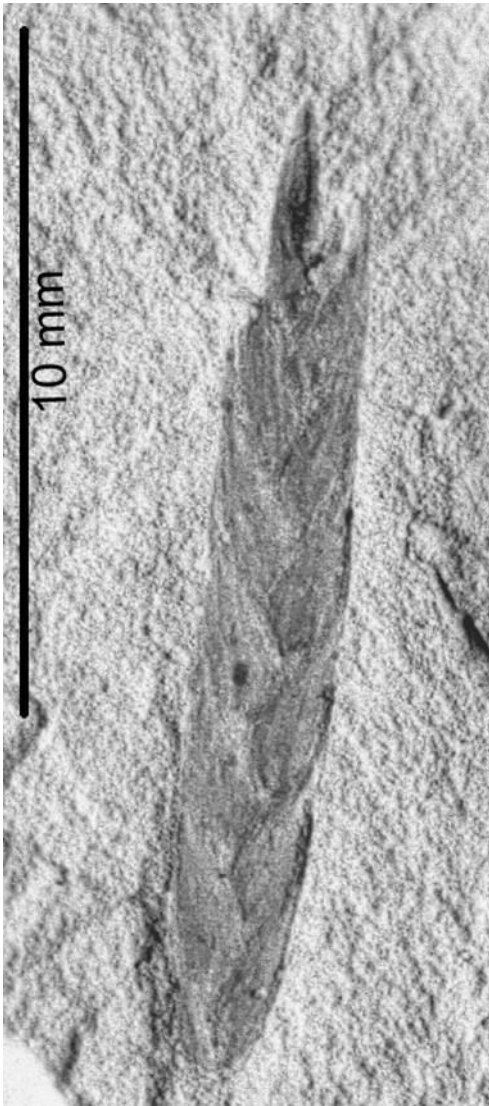


Figura 23. Ejemplar de *Glyceria aff. fluitans* (UAHMP-2513), en donde puede observarse 6 lemas de la espiguilla, con la flecha se señalan

Clase: Pinopsida

Orden: Pinales

Familia: Cupressaceae

Género: *Juniperus* Linnaeus

Juniperus sp.

Figura 23. Ejemplar de *Glyceria* aff. *fluitans* (UAHMP-2513), en donde puede observarse 6 lemas de la espiguilla, con la flecha se señalan las lemas nervadas característica de este género

Material descrito.- UAHMP 2483,

UAHMP 2569 (Figura 24) UAHMP 2557, UAHMP 2570, y UAHMP 2566 (Ejemplares incompletos, fragmentos de ramillas).

Descripción.- Fragmentos de ramillas de 6-15 mm de largo. Las hojas se encuentran dispuestas de forma decusada a lo largo de las ramillas, las hojas están imbricadas, con borde entero y el dorso convexo, la forma es rómbica de 1-1.2 mm de largo a 0.6-1mm de ancho, la forma y tamaño de las hojas en las ramillas no varían considerablemente, el ápice de las hojas es agudo.

Asignación taxonómica.- Los restos fósiles de éstos ejemplares presentan similitudes con el género *Juniperus* (Zamudio y Carranza, 1994) en las hojas de las ramillas que presentan margen entero y su disposición decusada, mientras que no se encontraron semejanzas con el género *Cupressus* (Zamudio y Carranza, 1994), debido al margen denticulado y a la forma que presentan las hojas, que en su fase juvenil son subuladas, mientras que en su fase adulta escuamiformes. Por lo anterior, es posible asignar los fragmentos fósiles al género *Juniperus*.

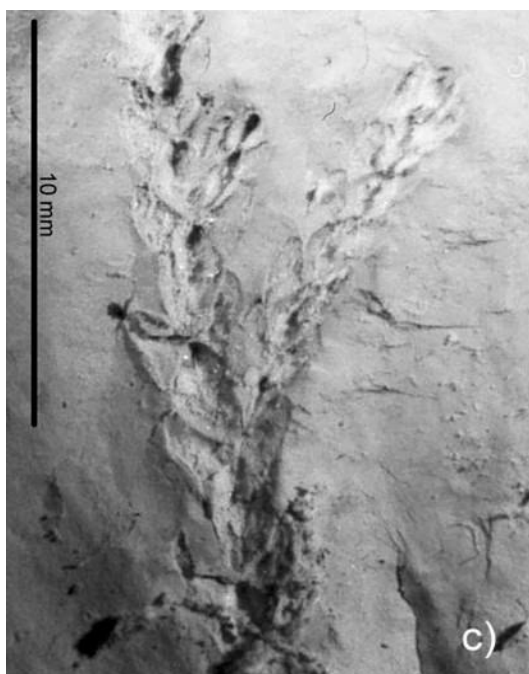
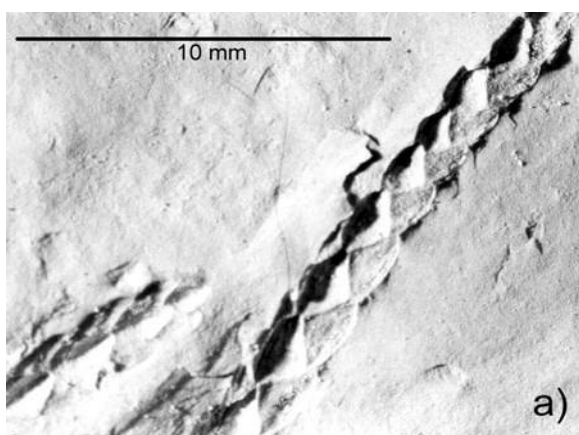


Figura 24. a y b) Ejemplares de *Juniperus* sp. (UAHMP-2483), donde se observa la disposición decusada de las hojas a lo largo de las ramillas c) Fragmentos de ramillas terminales de *Juniperus* sp. (UAHMP 2569), en donde se señalan algunos brotes de ésta.

Síntesis de las características principales encontradas en las hojas fósiles

En la localidad “HGO-51” de Santa María Amajac, Hidalgo se encontraron 14 morfotipos de hojas fósiles de un total de 233 ejemplares revisados, de los cuales siete fueron identificados a nivel género (*Quercus*, *Salix*, *Populus*, *Cercocarpus*, *Karwinskia*, *Glyceria* y *Juniperus*), mientras que 10 morfotipos fueron afines a especie (*Quercus* aff. *syderoxila*, *Quercus* aff. *laurina*, *Quercus* aff. *crassipes*, *Quercus* aff. *depressipes*, *Salix* aff. *humboldtiana*, *Populus* aff. *grandidentata*, *Cercocarpus* aff. *macrophyllus*, *Karwinskia* aff. *mollis*, *Karwinskia* aff. *humboldtiana* y *Glyceria* aff. *fluitans*), así como la espiguilla de una gramínea. Las características más importantes de estos morfotipos se encuentran resumidas en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Cuadro que resume las características fósiles encontradas en los morfotipos identificados de la Localidad HGO-51 de Santa María Amajac, Hidalgo.

Taxón	Forma	Largo (mm)	Ancho (mm)	Radio largo/ancho	Base	Pecíolo (mm)	Margen	Ápice
<i>Populus</i> aff. <i>grandidentata</i>	Ovada	38-70	33-69	1.0-1.1:1	Redondeada Obtusa (122°)	Ausente	Crenado	Convexo Obtuso (105-118°)
<i>Salix</i> aff. <i>humboldtiana</i>	lineal	31-34	5-8	5.6-6.2:1	No son visibles	Ausente	Dentado	Estrecho (4-5°)
<i>Cercocarpus</i> aff. <i>macrophyllus</i>	Elíptica	25-29	13-18	1.6-1.9:1	Convexa Aguda (81°)	Ausente	Serrado	Convexo Agudo (90°)
<i>Karwinskia</i> aff. <i>humboldtiana</i>	Ovada	32	16	2.1:1	Aguda (78°)	Ausente	Entero	Convexo Agudo (61°)
<i>Karwinskia</i> aff. <i>mollis</i>	Elíptica	22-33	6-9	3.6:1	Convexa Aguda (90°)	5	Entero	Convexo Agudo (55°)
<i>Rhus</i> aff. <i>aromática</i> var. <i>trilobata</i>	Ovada	30	18	1.6:1	Aguda (86°)?	Ausente	Entero	Redondeado Agudo (83°)
<i>Quercus</i> sp. Morfotipo 1	Oblonga	28	16	1.7:1	Redondeada Obtusa (100°)	Ausente	Entero	Convexo Agudo (88°)
<i>Quercus</i> sp. Morfotipo 2	Obovada	58	31	1.8:1	Convexa-Redondeada Aguda (78°)	Ausente	Dentado	Obtuso (102°)
<i>Quercus</i> sp. Morfotipo 3	Obovada	66	57	1.1:1	Cuneada? Agudo (70°)?	Ausente	Dentado	No son visibles
<i>Quercus</i> sp. Morfotipo 4	Obovada	47	29	1.6:1	Redondeada Aguda (89°)	5	Entero	Obtuso (107°)
<i>Quercus</i> aff. <i>syderoxila</i>	Obovada	24	15	1.6:1	Redondeada Aguda (79°)	Ausente	Dentado	Obtuso (92°)?
<i>Quercus</i> aff. <i>crassipes</i>	Oblonga	34	11	3:1	Cordada Aguda (76°)	Ausente	Entero	Convexo Agudo (54°)
<i>Quercus</i> aff. <i>laurina</i>	lanceolada	48	22	2.1:1	Cuneada Aguda (67°)	Ausente	Entero	Agudo (81°)
<i>Quercus</i> aff. <i>depressipes</i>	Elíptica	32	14	2.2:1	Convexa Aguda (83°)	Ausente	Dentado	Convexo Agudo (87°)

Distribución actual de las posibles especies de la localidad HGO-51

La mayoría de las especies fósiles identificadas en la localidad HGO-51 del área Santa María Amajac, tienen una distribución actual que incluye un matorral xerófilo, pasando por un bosque de encino hasta un bosque mesófilo de montaña. Extrapolando estas asociaciones en el Plioceno, se encuentra que ciertas especies, presentaron cambios en los tipos de vegetación tal y como lo demuestra la presencia de *Karwinskia* y *Juniperus*, y posiblemente *Rhus* que actualmente se desarrollan hacia zonas de encino más secas; debido a esto, es posible que el resto de la flora continuara desarrollándose como vegetación propia de climas templados.

Fue posible observar que la flora identificada, pertenece a un intervalo altitudinal que va de los 2400 hasta los 2500 msnm en promedio, por lo que probablemente en la localidad “HGO-51” haya existido actividad de orogenia (Salvador-Flores, 2001) ya que en la actualidad la altitud es de 1800 en promedio (Cuadro 3). Además, se encontró que la distribución actual de las probables especies de encinos identificados, están establecidos más hacia el Norte (Zavala, 1995), en casi todos los bosques templados de éste hemisferio, así como en algunas regiones tropicales y subtropicales del mismo (Valencia, 2004).

Cuadro 3. Distribución actual de las especies fósiles identificadas en la localidad HGO-51. BP= Bosque de Pino, BPE= Bosque Pino-Encino, BG= Bosque de Galería, BC= Bosque de Coníferas, BE= Bosque de Encino, BMM= Bosque mesófilo de montaña, BCQ= Bosque de Coníferas y Quercus, BJ= Bosque de Juniperus, BTC= Bosque Tropical Caducifolio, SMSP= Selva Mediana Subperennifolia, SBC=Selva Baja caducifolia, MX= Matorral xerófilo.

PROBABLE ESPECIE	HÁBITAT	TIPO DE VEGETACIÓN (ESPECIES ASOCIADAS)	ALTITUD (MSNM)	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	PERIODICIDAD DEL FOLLAJE
<i>Populus aff. grandidentata</i>				Noreste y parte central de Estados Unidos y sureste de Canadá (Laidly, 2006)	
<i>Salix aff. humboldtiana</i> 5-12 (25m) alto	Hábitat ripario (áreas secas), aunque en partes húmedas los están dispersos en otros hábitats perturbados, lejos del agua. (Nee, 1984) Algunas veces crecen en las riberas de los ríos y las zonas mas o menos inundadas, (Pennington y Sarukhán, 1998)	BG, con <i>Platanus mexicana</i> , <i>Taxodium mucronatum</i> y <i>Salix bonplandiana</i> (Carranza, 1995) SBC (Nee, 1984) BC (Nee, 1984)	Desde el nivel del mar hasta 1250 m (Nee, 1984), existiendo reportes de 2100msnm (Carranza, 1995) hasta 2500 msnm (Pennington y Sarukhán, 1998)	Casi todo México, al sur a través de América Central y distribuido ampliamente en Sudamérica. (Nee, 1984)	Perennifolio facultativo pierden sus hojas por una temporada corta (poca humedad) (Carranza, 1995)
<i>Karwinskia aff. humboldtiana</i> 1-8 m alto		BTC BE MX PZ (Fernández, 1996)	0-2500 msnm, especie mas tolerante (Fernández, 1992)	Oeste de Texas, desde el Norte hasta el Sur de México (Fernández, 1996)	Perennifolios, incluso en la época más seca del año. (Fernández, 1996)
<i>Karwinskia aff. mollis</i> 1-8 m de alto		BJ (Fernández, 1986)	1000-2000 (Fernández, 1986)	Querétaro, San Luis Potosi y Veracruz (Fernández, 1986)	
<i>Juniperus</i> 50 cm-20 m de alto	Regiones templadas del hemisferio Norte			Hemisferio Norte	

Cuadro 3. Continuación

PROBABLE ESPECIE	HABITAT	TIPO DE VEGETACIÓN (ESPECIES ASOCIADAS)	ALTITUD (MSNM)	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	PERIODICIDAD DEL FOLLAJE
<i>Quercus</i> aff. <i>sideroxyla</i>		BQ se asocia con <i>Q. eduardii</i> , <i>Q. potosina</i> BPE (González, 1986)	2400-2650 msnm (González, 1986)	Parte norte de México (González, 1986)	
<i>Quercus</i> aff. <i>scytophylla</i>	Cañadas o lugares templado-húmedos, en suelos derivados de roca caliza, ígnea o arcillosos (Valencia <i>et al.</i> 2002)	BMM se asocia con <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> y <i>Abies BQ</i> , como componente importante (Valencia <i>et al.</i> 2002)	1540-2600 msnm (Valencia <i>et al.</i> 2002)	Sierra Madre del Sur, vertiente del Pacífico (González, 1986)	
<i>Quercus</i> aff. <i>crassipes</i> 3-20 m de alto		BMM BPE <i>P. oocarpa</i> , <i>P. michoacana</i> , <i>P. leiophylla</i> , <i>Q. castanea</i> , <i>Q. obtusata</i> , <i>Q. laurina</i> , <i>Alnus firmifolia</i> , <i>Crataegus mexicana</i> . (González, 1986)	1970-2600 (González, 1986) aunque es mas abundante 2400-2900 msnm (Rzedowski y Rzedowski, 2001).	Eje Volcánico Transversal desde Colima hasta Puebla (González, 1986)	
<i>Quercus</i> aff. <i>fulva</i> 8-15 m de alto	Áreas altas de las sierras en fondos de cañones y laderas (González, 1986)	Afinidad mesófila asociado <i>Q. laurina</i> , <i>Q. rugosa</i> , <i>Q. castanea</i> , <i>Q. obtusata</i> , <i>Alnus</i> , <i>Arbutus</i> (González, 1986)	1900-2900msnm (González, 1986)	Chih, Sin, Nay, Jal, Nuevo León (González, 1986)	
<i>Quercus</i> aff. <i>depressipes</i> 1.2-3 m alto	Crece en laderas con exposición N-NW, suelos calcáreos y delgados (González, 1986)	MX <i>Q. laeta</i> , <i>Q. praeco</i> , <i>Arctostaphylos</i> , <i>Arbutus</i> (González, 1986)	1830-2500 msnm (González, 1986)	Oeste de Texas, norte de México (González, 1986)	

Cuadro 3. Continuación

PROBABLE ESPECIE	HABITAT	TIPO DE VEGETACION (ESPECIES ASOCIADAS)	ALTITUD (MSNM)	DISTRIBUCION GEOGRAFICA	PERIODICIDAD DEL FOLLAJE
<i>Quercus</i> aff. <i>grisea</i> 4-7 m de alto		MX Piñonar <i>Pinus cembroides</i> , <i>Q. laeta</i> , <i>Q. potosina</i> , <i>Q. eduardii</i> , <i>Q. resinosa</i> , <i>Juniperus</i> y <i>Opuntia</i> (González, 1986)	1900-2500 msnm (González, 1986)	Oeste de Texas, Nuevo México, Norte de México (González, 1986)	
<i>Quercus</i> aff. <i>microphylla</i> 30-70 cm de alto		MX <i>Q. rugosa</i> , <i>Q. sideroxylla</i> <i>Q. laurina</i> . (González, 1986)	1800-2450 msnm (González, 1986)	Dgo, Jal, San Luis Potosí, Gto, Hgo, Nuevo León (González, 1986)	
<i>Quercus</i> aff. <i>obtusata</i>	Zonas templado- húmedas, frías, en laderas y suelos arcillosos con hojarascas en rocas calizas (Valencia <i>et al.</i> , 2002)	BQ <i>Q. castanea</i> , <i>Q. acutifolia</i> BP BPE <i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Arbutus</i> BMM <i>Q. crassifolia</i> , <i>Q. candicans</i> , <i>Bromelia</i> , <i>Abies</i> . (Valencia <i>et al.</i> 2002)	620-2580 msnm (Valencia <i>et al.</i> 2002)	Sierra Madre del Sur. DF, Dgo, GTo, Gro, Hgo, Jal, Mex, Mich, Mor, Nay, Oax, Pue, SLP, Ver, Zac. (Valencia <i>et al.</i> 2002)	
<i>Quercus</i> aff. <i>elliptica</i>		BQ <i>Q. acutifolia</i> , <i>Q. glauscenses</i> , <i>Q. magnolifolia</i> BCQ <i>Pinus oocarpa</i> , <i>Alnus</i> BTC (Valencia <i>et al.</i> 2002)	470-2460 msnm (Valencia <i>et al.</i> 2002)	Sierra Madre del Sur, Gro, Jal, Mex, Mich, Nay, Oax, Ver, Sin (Valencia <i>et al.</i> , 2002)	
<i>Rhus aromatica</i> var. <i>trilobata</i>	Planta propia de encinares más bien secos, piñonares y matorrales esclerófilos, sobre sustrato de roca caliza. (Rzedowski y Rzedowski, 1999)		Alt. 2400-2550 m (Rzedowski y Rzedowski, 1999)	Distribuida desde Canadá hasta el sur de México. (Rzedowski y Rzedowski, 1999)	

Abundancia de géneros durante el Plioceno en la localidad HGO-51

Se encontró una abundancia similar de hojas de los géneros *Cercocarpus* y *Quercus* (Figura 25). El primer género está representado por un solo morfotipo, mientras que en *Quercus* por ocho morfotipos. Ambos géneros presentan hojas coriáceas (Rzedowski y Rzedowski, 2001), las cuales son adecuadas para una mejor probabilidad de fosilización. La abundancia de *Cercocarpus* con un solo morfotipo, sugiere la posibilidad de un alto número de individuos en un área limitada y en una situación favorable para la fosilización.

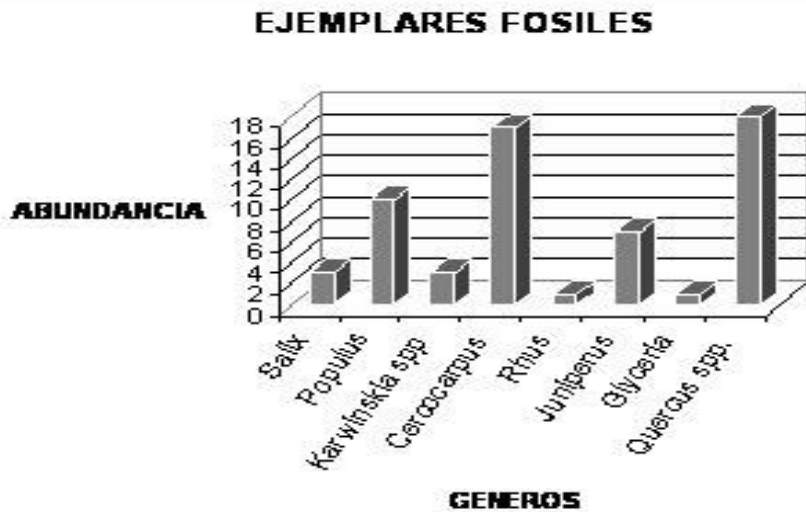


Figura 25. Abundancia de géneros encontrados en la localidad “HGO-51” de Santa María Amajac, Hidalgo.

DISCUSIONES

Los estudios paleobotánicos realizados en el área Santa María Amajac, han generado trabajos de diversa índole, desde varios resúmenes publicados en congresos (Velasco de León y Aguilar-Arellano, 2000; Velasco de León y Romero-Rangel, 2001) hasta un artículo *en extenso* (Aguilar y Velasco de León, 2002a). Aunque estos estudios dejan ver información por demás importante e interesante acerca de la paleoflora de la región, hace falta profundizar en éstos, ya que solo permiten especular sobre la presencia de algunas especies, incluso nuevas, pero sin que éstas se mencionen ni describan.

Uno de los trabajos recientes más importantes del área de estudio es el referente al origen del paleolago Amajac, que sin lugar a duda, permite crear un panorama más claro sobre como fueron las condiciones con éste cuerpo de agua durante el Plioceno. Arellano *et al.* (2005), mencionan que en la zona marginal del paleolago no hubo preservación de fauna y solo de flora en pequeña cantidad. Sin embargo, en el presente trabajo se confirma la acumulación de materia orgánica; en el estrato de lutita estudiado se encontraron fragmentos de fauna fósil, entre la que destacan insectos y gasterópodos. En relación a la vegetación, además de encontrarse restos de hojas, se hallaron fragmentos de tallos y madera, cutículas de gramíneas, así como una cúpula de encino. La gran mayoría de los ejemplares fósiles de plantas recolectados, presentan una textura de las hojas del tipo coriáceo lo que permitió que se preservaran en buenas condiciones.

Velasco de León *et al.* (2000) y Ortiz-Martínez y Velasco-de León (2000) infieren la presencia de un bosque de *Quercus* en el área Santa María Amajac; esto es ratificado en el presente estudio al encontrar ocho morfotipos de éste género, de los cuales cuatro fueron asignados a nivel especie (*Quercus* aff. *sideroxylla*; *Quercus* aff. *laurina*; *Quercus* aff. *depressipes*; *Quercus* aff. *crassipes*). Por otro lado, no se

encontró la presencia de *Q. crassifolia*, *Q. laeta*, y *Q. greggii*, mencionadas por Velasco de León y Romero-Rangel (2001). Lo anterior aporta información sobre la diversidad de este género para el Plioceno en México, ya que en 1993 Nixon mencionó que en nuestro país, no se habían reportado megafósiles de estas plantas. No obstante, el primer registro de *Quercus* en México fue de polen hallado en la Formación Tarahumara, Sonora (Cretácico Superior), en tanto que los últimos registros son hojas encontradas en la localidad de los Ahuehuetes, Puebla (Eoceno-Oligoceno) y polen del Plioceno-Pleistoceno, hallado en la Formación Paraje Solo, Veracruz (Ramírez y Cevallos, 2000 y Cevallos-Ferriz, 1998). En el estado de Hidalgo, Martínez-Hernández (1991) después de realizar un análisis de polen, menciona a *Quercus* como un constituyente típico de la flora del Mioceno-Plioceno de Zacualtipán. Por lo tanto, el presente registro de *Quercus*, confirma la presencia de éste durante el Plioceno.

Los encinos constituyen un grupo difícil de abordar taxonómicamente, debido en parte, a la gran variabilidad que presentan las especies en algunos caracteres (Rzedowski y Rzedowski, 2001). La dificultad para identificarlos radica en la alta plasticidad morfológica, originada posiblemente por su amplia capacidad de hibridización según Valencia *et al.* (2002). Las posibles similitudes encontradas en diferentes morfotipos de encinos fósiles, pudieron haber sido el resultado de la amplia capacidad del intercambio genético y la elevada plasticidad fenotípica intraespecífica que este género presenta, ocasionando una variabilidad notable y compleja de acuerdo con Valencia *et al.* (2002). Tomando en consideración las características de este género y la dificultad que existe en las identificaciones de encinos actuales, es importante poner especial interés en la determinación de las especies y llevar al cabo un análisis detallado sobre la morfología de las hojas para una identificación adecuada.

En el área Santa María Amajac, Aguilar y Ortiz (2000) mencionan la presencia de las familias Salicaceae, Rosaceae, Rhamnaceae y Platanaceae; posteriormente, Velasco de León *et al.* (2000) adiciona a la familia Asteraceae. En éste trabajo se registraron las tres primeras familias más las familias Anacardiaceae y Poaceae.

En la familia Salicaceae se incluye al género *Salix* cuyo primer registro en México es de hojas encontradas en la localidad de los Ahuehuetes, Puebla en el Eoceno-Oligoceno (Ramírez y Cevallos, 2000 y Cevallos-Ferriz, 1998). En éste trabajo se encontró afinidad de restos de hojas con *Salix aff. humboldtiana*, quien tiene gran preferencia por las riberas de los ríos y por las zonas más o menos inundadas permanentemente (Pennington y Sarukhán, 1998).

Dentro de la familia Salicaceae, también se identificó el género *Populus*, reportado en México desde el Eoceno-Oligoceno con hojas halladas en la localidad de los Ahuehuetes, Puebla, mientras que el último registro de éste género es polen encontrado en la Formación Paraje Solo, Veracruz, cuya edad es del Plioceno-Pleistoceno (Ramírez y Cevallos, 2000 y Cevallos-Ferriz, 1998). *Populus* es común en cañadas con corrientes de agua (Carranza, 1995).

Los registros de *Salix* y *Populus* permiten sugerir que durante el Plioceno de ésta localidad, *Salix aff. humboldtiana* y *Populus*, estaban asociados a las orillas de los arroyos ya que según menciona Salvador-Flores (2001), un gran número de ellos alimentaban el lago, por lo que la presencia de los restos de hojas de estos géneros en el margen del mismo se debió a la influencia de factores, tales como: la corriente del agua, así como a el arrastre de la lluvia y energía eólica, entre otros.

En la localidad de estudio se determinó la presencia de *Karwinskia* reportada en México mediante hojas provenientes de la localidad los Ahuehuetes, Puebla, con una edad que va del Eoceno al Oligoceno (Ramírez y Cevallos, 2000 y Cevallos-Ferriz, 1998), por lo que el registro de este género con dos especies para Hidalgo, representa el primero en el Plioceno en México.

La mayoría de las especies actuales de *Karwinskia* prospera en laderas de cerros y orillas de arroyos (Fernández, 1992). Las especies *Karwinskia aff. mollis* y *Karwinskia aff. humboldtiana*, marcan una transición en el cambio de clima y por lo tanto de vegetación ya que actualmente se encuentran asociadas a zonas ecotonales de encinares y matorrales xerófilos (Fernández, 1992). Situación similar ocurre con

Juniperus que actualmente indica zonas de transición entre bosques de pino, encino así como entre pastizal y matorral xerófilo (Vázquez-Yanes, *et al.*, 1999). Lo anterior, es congruente con lo expresado por González-Medrano (1998), ya que los cambios climáticos que se presentaron a lo largo del Terciario permiten entender parte de la distribución de la vegetación actual de México.

La presencia del paleolago permitió el desarrollo de gramíneas, tal es el caso de *Glyceria aff. fluitans*, que se desarrolla en sitios húmedos y/o con la presencia de agua. Esto sugiere que el establecimiento de este género, se dio en los márgenes del paleolago, tal y como ocurre en la actualidad.

Por otro lado, Aguilar y Ortiz (2000) proponen que durante el Plioceno, en el área de estudio, existió una comunidad fósil característica de chaparral. Esta agrupación, fue llamada así por Rzedowski (1955) y más adelante (1965) la nombró encinar arbustivo, debido a la dominancia de especies arbustivas de *Quercus*. Posteriormente, Puig (1991) mencionó que esta agrupación tiene un significado más amplio, ya que comprende además de las especies arbustivas, algunos *Quercus* arbóreos. Por lo anterior, la denomina bosque bajo esclerófilo, agrupación que es más congruente con la flora fósil identificada en el presente trabajo, ya que ésta comunidad se caracteriza por su baja talla, donde se distinguen dos grupos ecológicos según Puig (1991): a) matorral espeso de encinos arbustivos, cuya altitud es menor a 3 m. Las hojas de estos encinos son pequeñas, gruesas y coriáceas, y b) el bosque claro bajo, en el que la altitud de los árboles no sobrepasa los 5 m. Siendo más grandes las hojas de estos encinos.

De acuerdo a los dos grupos ecológicos propuestos por Puig (1991), en éste trabajo se encuentra mayor similitud con el bosque claro bajo, comunidad en la cual existe la dominancia de *Quercus*. Aunado esto, se tiene la presencia de los géneros *Cercocarpus* y *Rhus* cuyos primeros registros en México son de hojas que fueron halladas en la localidad de los Ahuehuetes, Puebla (Eoceno-Oligoceno) (Ramírez y Cevallos, 2000 y Cevallos-Ferriz, 1998). La presencia de estos géneros en la localidad

“Hojas Fósiles” (HGO-51) representa el primer registro de hojas fósiles de *Cercocarpus* y *Rhus* durante el Plioceno en México.

Es importante resaltar que la Formación Paraje Solo, es la única localidad pliocénica registrada en México, como tal, podría esperarse que la flora fuera semejante a la localidad “Hojas Fósiles”; sin embargo, solo existe similitud en la presencia de Fagaceae (*Quercus*), Gramineae y Salicaceae (*Populus*). Por otro lado, la localidad Ahuehuetes en Puebla, comparte gran semejanza con la localidad Hojas Fósiles en Santa María Amajac, Hidalgo, en la presencia de los géneros *Quercus*, *Karwinskia*, *Cercocarpus*, *Rhus*, *Populus* y *Salix* (Ramírez y Cevallos, 2000; Cevallos-Ferriz, 1998), no obstante, la edad es diferente ya que la localidad Ahuehuetes comprende un tiempo que va del Eoceno al Oligoceno

Con la asociación florística identificada se corrobora el tipo de clima propuesto por Aguilar y Ortiz (2000), Aguilar y Velasco de León (2002) que es del tipo templado-subhúmedo.

Para Meléndez (1977) y Reyes y Vázquez (2003), el Plioceno se caracteriza por una fauna y una flora casi idénticas a las que existen en la actualidad; es decir, más del 50% de especies están presentes. Sin embargo, Cevallos-Ferriz y Ramírez (1998) mencionan que los tipos de comunidades que se conocen en la actualidad, no tienen porque encontrarse en el pasado y que la presencia de una planta o un grupo de plantas en un lugar determinado en la actualidad, puede ser el resultado de un conjunto de factores tanto climáticos, edáficos y genéticos, por mencionar algunos, y que no se puede afirmar que idénticos factores y las mismas plantas, hayan permanecido sin cambio a través del tiempo.

CONCLUSIONES

Se describieron e identificaron 14 morfotipos de hojas fósiles de la localidad “Hojas Fósiles” (HGO-51) de las cuales ocho pertenecen al género *Quercus*, y cuatro de ellos fueron asignados a nivel especie (*Quercus* aff. *syderoxila*, *Quercus* aff. *laurina*, *Quercus* aff. *crassipes* y *Quercus* aff. *depressipes*), estableciéndose así un bosque de encino durante el Plioceno en el área Santa María Amajac.

Asimismo, se identificó las especies *Karwinskia* aff. *mollis*, *Karwinskia* aff. *humboldtiana* y *Juniperus* sp. lo que sugiere zonas de transición en la vegetación, debido a los cambios ocurridos durante el Terciario y además sugiere la presencia de un gran número arroyos que desembocaron en el lago durante el Plioceno, ya que la mayoría de éstas especies en la actualidad prosperan en éste tipo de hábitat.

Salix aff. *humboldtiana* y *Populus* aff. *grandidentata*, *Glyceria* aff. *fluitans* y *Cercocarpus* aff. *macrophyllus*, se establecieron en los márgenes del paleolago, en donde el último fue abundante con respecto al género *Quercus*, quien tuvo una mayor diversidad y menor abundancia

Es probable que durante el Plioceno se haya desarrollado una comunidad muy similar a un bosque bajo esclerófilo en la localidad “Hojas Fósiles” (HGO-51), debido a que en tal comunidad domina el género *Quercus* y están presentes *Cercocarpus* y *Rhus*.

Por último, si bien es cierto, que la abundancia de hojas fósiles encontradas en el estrato, fue elevada, será trascendental continuar con estudios para aportar más datos de ésta asociación florística para éste periodo, ya que el área Santa María Amajac, es un sitio poco explorado y sin lugar a duda tiene mucha información que aportar, en aspectos paleobotánicos y paleobiológicos que ocurrieron durante el Plioceno en México.

GLOSARIO

Acródroma. Con dos o mas nervios primarios o secundarios mayores que convergen en el ápice de la lámina (Anexo 5, D).

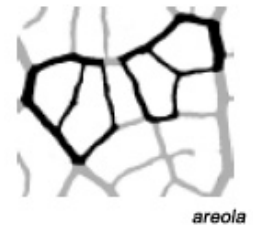
Actinódroma. Con tres o mas nervios primarios que divergen de un solo punto hacia el margen (Anexo 4, B).

Acuminado. Con márgenes rectos o convexos que terminan en ángulo menor a 45 grados.

Agudo. Con márgenes rectos o convexos que terminan en ángulo de 45-90 grados.

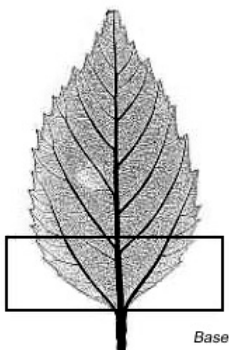
Ápice. La punta o extremo de una hoja o foliolo.

Areola. Subdivisión más pequeña de la superficie de la hoja o foliolo delimitada por los nervios.



Aserrado. Con dientes agudos dirigidos hacia el ápice.

Base. La porción de la hoja o foliolo más cercana al eje en que se inserta.



Broquidódroma. Las nervaduras secundarias se unen en una serie de arcos antes de llegar al margen de la hoja (Anexo 5, A).

Cartilaginoso: De consistencia semejante al cartílago.

Cladódroma. Cuando los nervios secundarios están ampliamente

ramificados (Anexo 5, E).

Cordado (a). Con dos lóbulos redondeados en forma de corazón, divididos por un seno más o menos profundo.

Coriácea: Tipo de textura de consistencia similar al cuero.

Craspedódroma. Nervación pinnada en la cual los nervios secundarios llegan al margen (Anexo 5, G).

Crenado. Con dientes redondeados.

Cuneado (a). Con márgenes rectos o cóncavos que forman un ángulo de 45-90 grados.

Cúpula: Involucro, estructura de forma de copa, tasa o palto, que cubre total o parcialmente la bellota.

Decusadas. Hojas opuestas que alternan cada par en distinto plano formando una cruz.

Dentado. Con dientes perpendiculares al nervio medio.

Decurrente. Con la base prolongada sobre el tallo o pecíolo, extendida hacia abajo.

Flabelado. Con nervios basales que divergen y se ramifican (Anexo 4, D).

Elíptico. En forma de elipse; redondeado o curvado y mas ancho en la parte central de la estructura.

Entero. Sin ningún tipo de diente o entrada marginal.

Eroso. Con dientes o lóbulos irregulares.

Eucamptódroma Nervación camptódroma en la cual los nervios laterales disminuyen de tamaño cerca del margen, donde se interconectan por medio de nervios pequeños, sin la formación de arcos conspicuos (Anexo 5, C).

Hastado. Con dos lóbulos divergentes, triangulares.

Imbricado. Las hojas se encuentran dispuestas en tal forma que, una pieza cubre parcialmente a la que sigue, y ésta cubierta en parte por la que le precede.

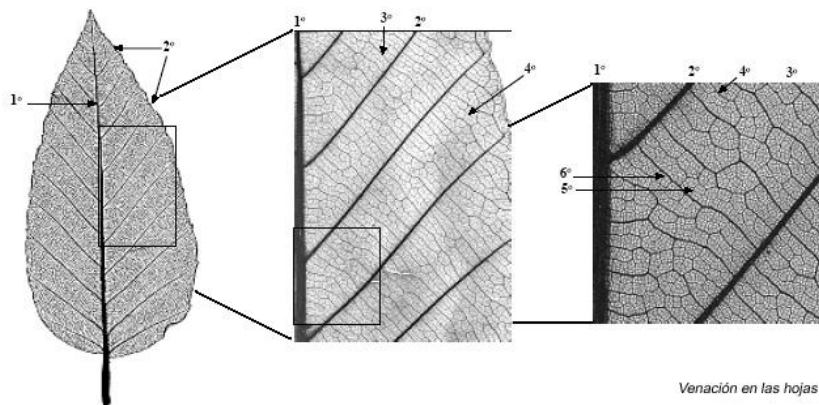
Lámina y/o limbo. Porción expandida y aplanada de la hoja.

Margen. Orilla de la lámina foliar.

Morfotipo. Es una categoría taxonómica informal independiente del sistema de nomenclatura linneana. Son categorías de hojas fósiles basadas en las características arquitecturales.

Mucronado. Que termina abruptamente en una proyección corta, rígida y aguda formada por una extensión del nervio medio.

Nervación y/o nervadura y/o venación. Conjunto y disposición de los nervios de una hoja, los cuales constituyen el sistema vascular conductor que corre a través de la hoja para llevar agua y sales minerales y extraer productos elaborados.



Nervio y/o vena. Cada uno de los hacecillos vasculares que se encuentran en la lámina de la hoja u otro órgano.

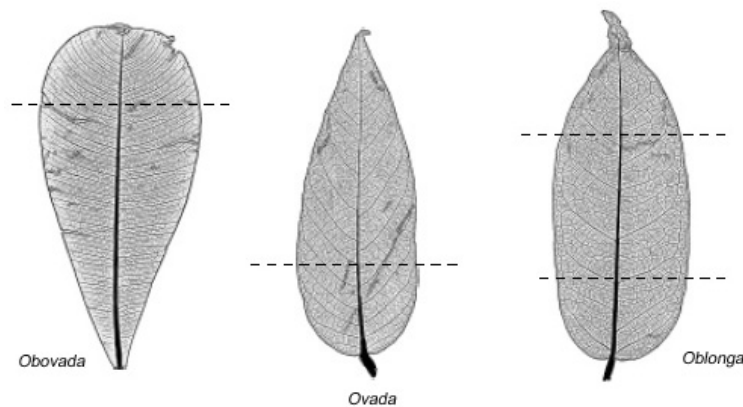
Nervio medio y/o nervio principal y/o nervadura principal. Nervio primario central, que recorre la hoja a lo largo de la lámina, especialmente en la nervación pinnada.

Nervios primarios. Los nervios más gruesos de la hoja; generalmente una serie de nervios equivalentes, que se originan en el pecíolo o en las ramificaciones gruesas suprabasales de un nervio principal basal.

Nervio secundario. Nervio lateral con origen en un nervio secundario.

Oblongo (a). Más largo que ancho, de forma más o menos rectangular.

Obovado (a). En forma de huevo, con el ápice mas amplio que la base.



Obtuso. Con márgenes de rectos a convexos que forman un ángulo basal mayor a 90 grados

Ovado (a). En forma de huevo, con la base mas amplia que el ápice.

Paleolago. Lago que existió en un periodo geológico pasado.

Palinactinódroma. Los nervios primarios divergen de un solo punto y tienen una o más ramificaciones por arriba de la base (Anexo 4, C).

Paralelódroma. Con dos o mas nervios primarios originándose en la base de la hoja y continuando hasta el ápice en una forma paralela (Anexo 4, F).

Pecíolo. Sostén de la lámina de una hoja o el eje principal en una hoja compuesta, situado por debajo de los folíolos.

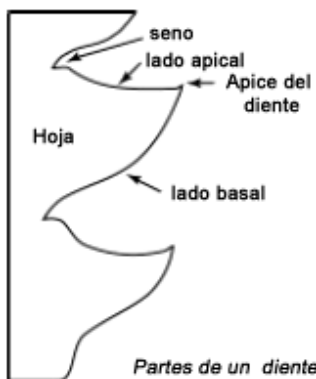
Pinnada. Con los nervios secundarios laterales con origen en un solo nervio principal (Anexo 4, A).

Revoluto: Con los márgenes enrollados sobre el envés.

Reticulódroma: Cuando las venas secundarias se ramifican en un retículo hacia el margen.

Sagitada. Con dos lóbulos basales rectos o ligeramente incurvados.

Sinus. Angulo entrante formado por los segmentos o divisiones en la lámina de una hoja.



Semicraspedódroma. Los nervios secundarios se ramifican cerca del margen; una ramificación termina en el margen y la otra se arquea hacia el siguiente nervio (Anexo 5, H).

Truncado. Que remata en un borde transversal, como si se hubiera cortado.

Tomado de López (1998) y Moreno (1984).

LITERATURA CITADA

- Aguilar, A. F. J., Ortiz, M. E. L. 2000. Estudio paleoecológico de la Flora pliocénica de Santa María Amajac, Hidalgo: Inferencia del paleoclima y de la paleocomunidad. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. México D.F 63 pp.
- Aguilar, A. F. J., Silva-Pineda, A., Velasco de León, M. P. 2002. Registro de *Equisetum hyemale* en el Plioceno de la región de Santa María Amajac, Hidalgo, México (resumen). In: VII Congreso Latinoamericano de Botánica y II Congreso Colombiano de Botánica: Cartagena de Indias, Colombia, Asociación Latinoamericana de Botánica, 378 p.
- Aguilar, A. F. J., Velasco de León, M. P. 2002a “El clima durante el Plioceno en la región de Santa María Amajac, Hidalgo, México”. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 71:71-81 p.
- Aguilar, A. F. J., Velasco de León, M. P. 2002b La fisonomía foliar y el paleoclima de Santa María Amajac, Hidalgo, México (resumen). In VII Congreso Latinoamericano de Botánica y II Congreso Colombiano de Botánica: Cartagena de Indias, Colombia, Asociación Latinoamericana de Botánica. 374 pp.
- Arambarri-Reyna, G., Silva-Pineda, A. 1987. Flora fósil de la región de Yucuquimi, Oaxaca (Formación Rosario) Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología. 1:55-74 p.
- Arellano-Gil J., Velasco de León, M. P., Salvador-Flores, R. 2001, Origen del Paleo-Lago de Amajac, Hidalgo (resumen). In VI Reunión Nacional de Geomorfología, Resúmenes: México, D.F., Sociedad Mexicana de Geomorfología, 6.
- Arellano-Gil, J., Velasco de León, M. P., Salvador-Flores, R. 2002. El paleo-lago de Amajac, Hidalgo y la formación Atotonilco el Grande. Sedimentología y estratigrafía. Unión Geofísica Mexicana. Boletín informativo. 22 (2), 341 p.
- Arellano-Gil, J., Velasco de León, M. P., Silva-Pineda A., Salvador, F. R., Beltrán, R. F. 2005. Origen y características geológicas del Paleo-Lago de Amajac, Hidalgo. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 22 (2), 199-211 p.
- Beltrán-Romero, F., Luna-Gómez P. 1994. Estudio geológico de la región de Santa María Amajac, Municipio de Atotonilco el Grande, Estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería. UNAM. México D.F. 131 pp.
- Beetle, A. A. 1991. Las gramíneas de México 3. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F. 332 pp.
- Carranza, G. E. 1995. Flora de Bajío y Regiones Adyacentes. Fascículo 37 (Salicaceae). Instituto de Ecología. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro Michoacán, 21 pp.

- Castillo-Cerón, J. M. 1994. Bioestratigrafía de los sedimentos continentales del área de Zacualtipán (Mioceno Tardío), estado de Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 55 pp.
- Castillo-Cerón, J. M., Cabral-Perdomo M. A., Carranza-Castañeda, O. 1996. Vertebrados Fósiles del Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 127 pp.
- Cevallos-Ferriz, S. R. S. 1992. Tres maderas de gimnospermas Cretácicas del norte de México. Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica 63:111-137 p.
- Cevallos-Ferriz, S. R. S., Ricalde-Moreno, O. 1995. Palmeras fósiles del norte de México: México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México, Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica 66:97-106 p.
- Cevallos-Ferriz, S. R. S., Silva-Pineda, A. 1996. Aspectos de la historia de la vegetación de México con base en microfósiles de angiospermas. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 58:99-111 p.
- Cevallos-Ferriz, S. R. S., Ramírez G. J. L. 1998. Implicaciones de los nuevos registros de fósiles de plantas con flor en México en la historia de su vegetación. Ciencias 52:46-57 p.
- Fernandez N. R. 1986. Flora de Veracruz. Fascículo 50 Rhamnaceae. Instituto Nacional de Recursos Bioticos, Xalapa. Veracruz. México.
- Fernández, N. R. 1992. Nombres comunes, usos y distribución geográfica del género *Karwinskia* (Rhamnaceae) en México. UNAM. Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica 63 (1): 23 pp.
- Fernández, N. R. 1996. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 43 (Rhamnaceae). Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.
- Fries, C. 1962. Hoja Pachuca 14q-e (11) con resumen de la geología de la hoja Pachuca. Estados de Hidalgo y México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Carta Geológica de México. Serie 1:100,000. Mapa con texto.
- Goddart, E. N., Trask, P. D., Deford, R. K., Rove, O. N., Singewald, J. T., Overbeck, R.M. 1963. Rock Color Chart. Geol. Soc. América.
- Gío-Argáez F. R., Rodríguez A. H. E. Y. 2003. Panorama general de la Paleontología Mexicana. Ciencia Ergo Sum. UNAM. México, 10(1), 85-95 p.
- González-Medrano, F. 1998. La vegetación de México y su historia. Ciencias 52:58-65 p.
- González, V. L. M. 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Jalisco. Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara. México.
- Gregory, K. www.ldeo.columbia.edu/users/gregory/VegMioAltiplano.pdf. 06/Marzo/2006)

- Hickey, L. J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany* 60: 17-33 p.
- Hickey, L. J. 1979. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In *Anatomy of the dicotyledons*, 2nd. ed., vol. 1. Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject, C. R. Metcalfe y L. Chalk (eds.). Clarendon Press. Oxford. 25-39 p.
- INEGI. 1995. Ortofoto F14d71 f. Escala 1:750
- Kostadinov, T., Hayden, W.J. 2001. Trees and shrubs of the University of Richmond campus. www.mathcs.richmond.edu/tkostadi/trees/htmls/populus_grandidentata.htm. (01/Marzo/2006)
- Kowallis, B.J., Swisher, C.C., Carranza-Castañeda, O., Miller, W.E., Tingey, D.G. 1998. Fission-track and single-crystal $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ laser- fusion ages from volcanic ash layers in fossil-bearing Pliocene sediments in Central México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15(2), 157-160 p.
- Laidly, R.P. Bigtooth Aspen. USDA Forest service. www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/volume_2/populusgrandidentata.htm (01/Marzo/2006)
- Leaf Architecture Working Group. 1999. Manual of leaf architecture - morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. Smithsonian Institution, Washington, D. C. 67 pp.
- López, R. G. F. 1998. *Diversidad Vegetal*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 205 pp.
- Magallón-Puebla, S., Cevallos-Ferriz, S. R. S. 1994a Latest occurrence of the extinct genus *Cedrelospermum* (Ulmaceae) in North America: *Cedrelospermum manchesteri* from México. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 81: 115-128 p.
- Magallón-Puebla, S., Cevallos-Ferriz, S. R. S. 1994b Fossil legume fruits from Tertiary strata of Puebla, México. *Canadian Journal of Botany*. 72: 1027-1038 p.
- Magallón-Puebla, S., Cevallos-Ferriz, S. R. S. 1994c. *Eucommia constans* n. sp. fruits from upper Cenozoic strata of Puebla, Mexico: morphological and anatomical comparison with *Eucommia ulmoides* Oliver. *International Journal of Plant Science* 155: 80-95 p.
- Marie-Victorin, F. 1995. *Flore Laurentienne*. Troisième édition. Less Presses de l'Université de Montréal. Canadá. 1083 pp.
- Martínez-Hernández, E. 1991. Prospección palinológica de los carbones de la Región Zacualtipán, Estado de Hidalgo: Convención de Evolución Geológica de México. Primer Congreso Mexicano de Mineralogía, Memorias. UNAM, UAH, SMMAC; SEP. 98-101 p.
- Martínez-Millán, M. y Cevallos-Ferriz, S.R.S. 2005. Arquitectura foliar de Anacardiaceae. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76 (2): 137-190 p.

- Meléndez, B. 1977. Paleontología Tomo I. Editorial Paraninfo. Madrid, España. 528-534 p.
- Moreno, N. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional sobre Recursos Bióticos. Compañía Editorial Continental. México. 300 pp.
- Nee, M. 1984. Salicaceae, Fascículo 34. Flora de Veracruz. Xalapa. Veracruz.
- Nixon, K. C. 1993. The genus *Quercus* in México. In Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A., Fa J. eds. Biological diversity of México origins and distribution. Oxford University Press. New York. 447-458 p.
- Ortiz-Martínez, E. L., Velasco de León, M. P. 2000. Estudio de taxonomía numérica de hojas fósiles de Santa María Amajac del Plioceno del Estado de Hidalgo. 54-55 pp. In VII Congreso Nacional de Paleontología y I Simposio Geológico en el Noroeste de México. 22-28 Julio 2000. Libro de Resúmenes (J.G. López-Oliva, J.A. Arz-Sola, T. Cossio-Torres, H. De León-Gómez, J. L. Martínez, F. Medina-Barrera, J.A. Ramírez-Fernández, eds). Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 123 pp.
- Pennington, T. D., Sarukhán J. 1998. Segunda edición. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las Principales Especies. UNAM/Fondo de Cultura Económica. 521 pp.
- Puig, H. 1991. Vegetación de la Huasteca (México): estudio fitogeográfico y ecológico. CEMCA. 625 pp.
- Radford, A. E., Dickinson, W.C., Massey, J.R., Bell, C.R. 1976. Vascular Plant Systematics. Harper and Row, New York.
- Reyes, T. A. Y Vázquez, R. S. D. 2003. Determinación taxonómica y geoquímica de la concha de ostrácodos fósiles pertenecientes al Plioceno, presentes en Sanctorum, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. México D.F. 36 pp.
- Rodríguez-de la Rosa, R. A., Cevallos-Ferriz, S. R. S. 1994, Upper Cretaceous zingiberalean fruits with in situ seeds from southeastern Coahuila, México: International Journal of Plant Science, 155:786-805 p.
- Rzedowski, J. 1955. Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí. III. Vegetación de la región de Guadalcázar. Anales del Instituto de Biología. 27:169-228 p.
- Rzedowski, J. 1965. Relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora de México. Boletín de la Sociedad botánica de México. 29:121-177 p.
- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 431 pp.
- Rzedowski, J. y Rzedowski, G. 1999. Fascículo 78. Anacardiaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de ecología. Pátzcuaro, Michoacán

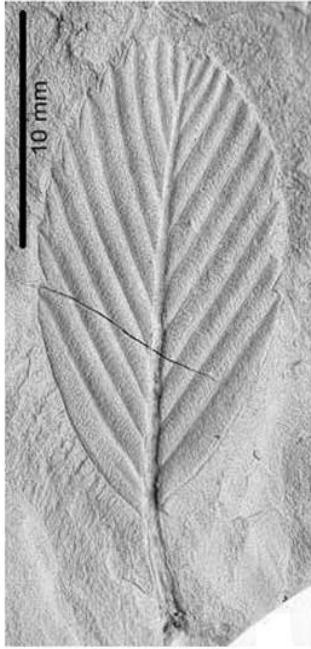
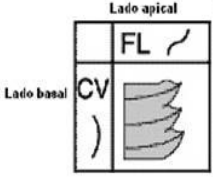
- Rzedowski, G. y Rzedowski, J. 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. Instituto Nacional de ciencias biológicas. Instituto de Ecología. México D.F.
- Salvador-Flores, R. 2001. Origen, sedimentología y estratigrafía del Paleolago Amajac. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional autónoma de México. 87 p.
- Seegerstrom, K. 1961. Geología del suroeste del estado de Hidalgo y del noreste del estado de México. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros 13: 147-168 p.
- Silva-Pineda, A. 1963. Plantas del Triásico Superior del Estado de Hidalgo. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Paleontología Mexicana, 18: 12 pp, 7 láminas.
- Silva-Pineda, A. 1969. Plantas fósiles del Jurásico Medio de Tecamatlán, Estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Paleontología Mexicana, 27: 76, 19 láminas.
- Silva-Pineda, A. 1978. Plantas del Jurásico Medio del Sur de Puebla y Noroeste de Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Paleontología Mexicana, 44 (3), 56 pp, 7 láminas.
- Silva-Pineda, A. 1979. La flora Triásica de México. UNAM. Instituto de Geología, 3 (2), 138-145 p.
- Silva-Pineda, A. 1984. Frutos del Cretácico Superior del Estado de Coahuila, México. Memoria III Congreso Latinoamericano de Paleontología: 432-437 p.
- Silva-Pineda, A. 1990. Flora fósil del Jurásico Medio de la región de Chalcatongo en el suroeste del Estado de Oaxaca. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología. 2 (2), 7-15 p.
- Silva-Pineda, A., Velasco de León M. P. 2004. Primer registro de *Juniperus* (Cupressaceae) en la Formación Atotonilco el Grande, Hidalgo. IX Congreso Nacional de Paleontología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Libro de Resúmenes. 55 p.
- Silva-Pineda A, Velasco de León, M. P., Aguilar, F. J. 2004. The equisetales in the Pliocene of the region of Santa María Amajac, Hidalgo, Mexico (abstract). In VII International Organization of Paleobotany Conference. Bariloche, Argentina. Abstract book. 100-101 p.
- Schopf, J.M. 1975. Modes of fossil preservation. Review of Paleobotany and Palynology 20:27-53 p.
- Taylor, N. T., Taylor, L. E. 1993. The biology and evolution of fossil plants. Prentice Hall. USA. 982 pp.
- Valencia, A. S., Gómez-Cárdenas, M., y Becerra-Luna, F. 2002. Catalogo de encinos del estado de Guerrero, México. Libro Técnico No. 1 INIFAP-CENID COMEF. México. 180 pp.
- Valencia, A.S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 75: 33-53 pp.

- Vázquez-Yanes, C., Batis-Muñoz, A. I., Alcocer-Silva, M. I., Gual-Díaz, M. y Sánchez-Dirzo, C. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084.CONABIO. Instituto de Ecología, UNAM
- Velasco de León, M. P. 1990. Tafoflora del Jurásico Medio de la Cañada del Ajo, Sur de Puebla, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 2 (2), 17-29 p.
- Velasco de León, M. P., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Silva-Pineda, A. 1998. Leaves of *Karwinskia axamilpense*. sp. nov. (Rhamnaceae) from Oligocene sediments, near Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. *Canadian Journal of Botany*. 76:410-419 p.
- Velasco de León, M. P., Cevallos-Ferriz, S. R. S. 2000. Leaves of *Cercocarpus mixteca*. n. sp. (Rosaceae) from Oligocene sediments, near Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 111: 285-294 p.
- Velasco de León, M. P., Arellano-Gil, J., Silva-Pineda A., 2000, La secuencia lacustre y su biota de la Formación Atotonilco El Grande de Santa María Amajac, en el Estado de Hidalgo (resumen). In II Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Puerto Vallarta, Jalisco: GEOS, 20(3). 302-303 p.
- Velasco de León, M. P. Aguilar-Arellano, F. J. 2000. Presencia del género *Platanus* en la flora Pliocénica de Santa María Amajac, Estado de Hidalgo. Pp. 83-84. In VII Congreso Nacional de Paleontología y I Simposio Geológico en el Noreste de México. 22-28 Julio 2000. Libro de Resúmenes (J.G. López-Oliva, J.A. Arz-Sola, T. Cossio-Torres, H. De León-Gómez, J. L. Martínez, F. Medina-Barrera, J.A. Ramírez-Fernández, eds). Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 123 pp.
- Velasco de León, M. P., Romero-Rangel, S. 2001. Arquitectura foliar de diez especies de *Quercus* (Fagaceae) como fuente de información para la identificación de ejemplares fósiles (resumen). In XV Congreso Mexicano de la Sociedad Botánica: Querétaro, Qro. Sociedad Botánica de México, 704 p.
- Velasco de León, M. P. 2004. The genus *Quercus* in the Pliocene from Santa María Amajac, Hidalgo, Mexico. (abstract). In VII International Organization of Paleobotany Conference. Bariloche, Argentina. Abstract book. 129 pp.
- Villarello, J. y Böse, E. 1902. Criaderos de Fierro de la Hacienda de Vaquerías en el Estado de Hidalgo. *Boletín del Instituto Geológico Mexicano*, 16: 15-44 p.
- Weber, R. 1972 La vegetación maestrichtiana de la Formación Olmos de Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 33: 5-19 p.
- Weber, R., Trejo-Cruz R., Torres-Romo A., García-Padilla, A. 1980. Hipótesis de la paleoecología de comunidades de la Tafoflora Santa Clara del Triásico Tardío de Sonora. Universidad Nacional Autónoma de México. *Instituto de Geología*, 4: 138-154 p.
- Weber, R., 1985a. Helechos nuevos y poco conocidos de la tafoflora Santa Clara (Triásico Tardío, Sonora) NW-México. II. Helechos leptosporangiados: Cynepteridaceae y Gleicheniaceae. In R. Weber (ed.). III Congreso Latinoamericano de Paleontología. México. *Simp. floras Triásico Tardío, Fitogeogr. Paleoecol. Mem.*, p. 139-152 p.

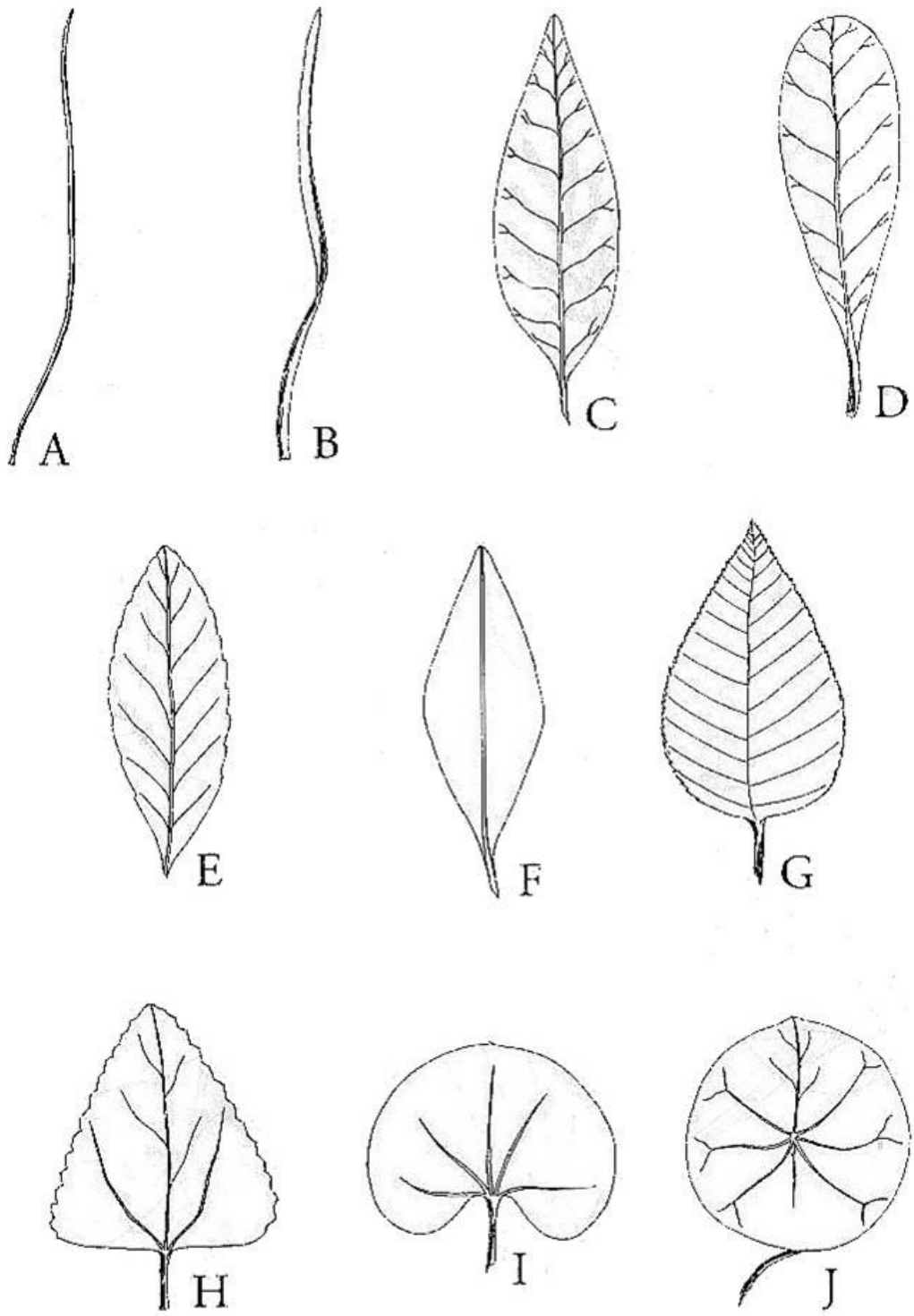
- Weber, R., 1985b. Las plantas fósiles de la Formación Santa Clara (Triásico Tardío, Sonora, México): Estado actual de las investigaciones. In R. Weber (ed.). III Congreso Latinoamericano de Paleontología. México. Simp. floras Triásico Tardío, Fitogeogr. Paleoecol. Mem., 107-124 p.
- Weber, R., 1985c. Helechos nuevos y poco conocidos de la taoflora Santa Clara (Triásico Tardío, Sonora) NW-México. I. Marattiales. In R. Weber (ed.). III Congreso Latinoamericano de Paleontología. México. Simp. floras Triásico Tardío, Fitogeogr. Paleoecol. Mem. 125-137 p.
- Weber, R., Cevallos-Ferriz S.R.S. 1995. Perfil actual y perspectivas de la paleobotánica en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 55:141-148 p.
- Zamudio, S., Carranza, E. 1994. Flora del Bajío y de Regiones adyacentes. Fascículo 29. Instituto de Ecología. Pátzcuaro, Michoacán.
- Zavala, C. F. 1995. Encinos Hidalguenses. Universidad Autónoma Chapingo. México. 129 pp.

A N E X O S

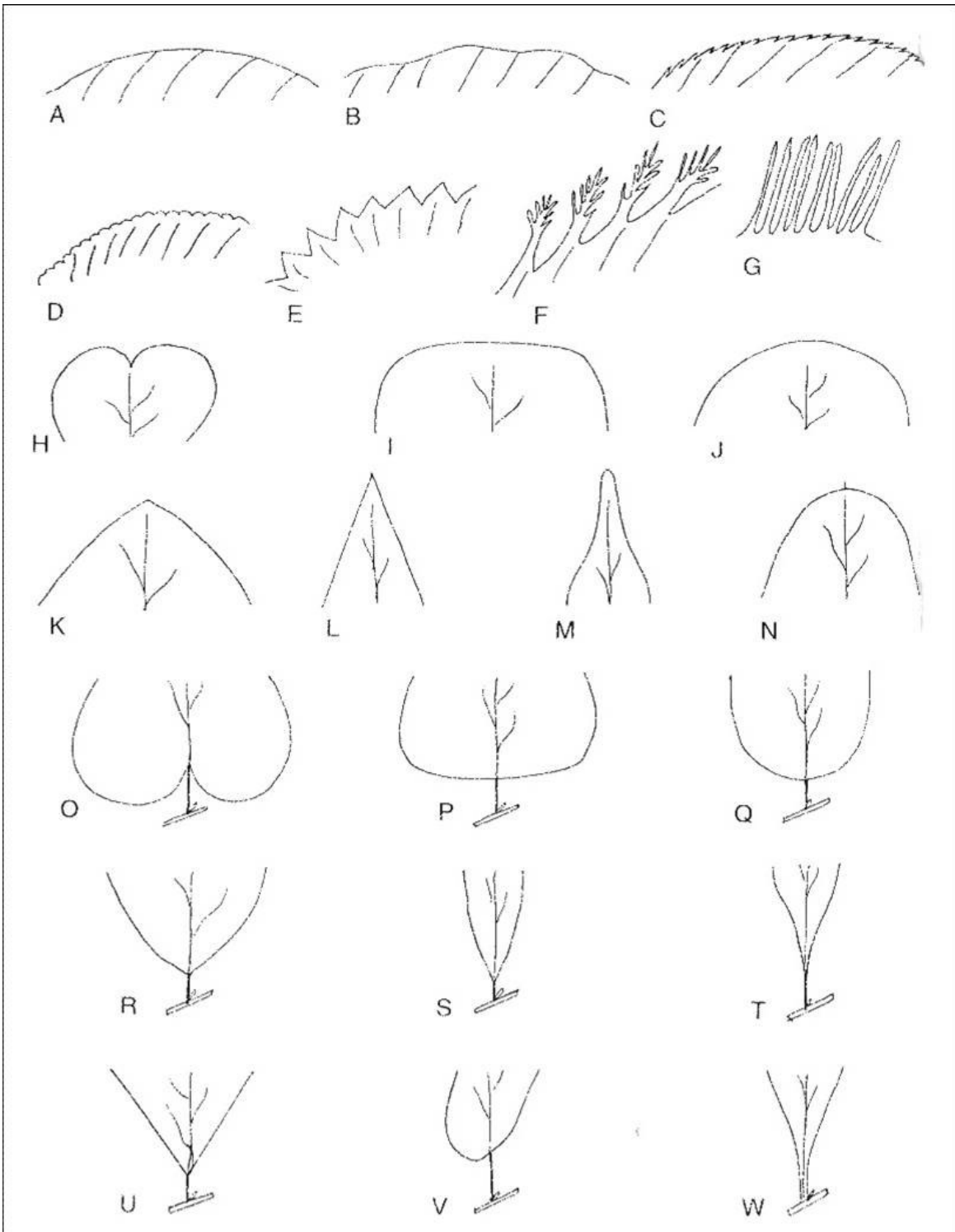
Anexo 1: Formato utilizado para la descripción de morfotipos de las hojas fósiles, en donde se muestran las secciones utilizadas en las descripciones de hojas fósiles. Tomado del Manual de Leaf Architecture Working Group (1999).

GENERAL INFORMATION		MORPHOTYPE NAME	MORPHOTYPE #			
MAJOR PLANT GROUP	DIC	ORGAN TYPE	Hoja			
PLANT FAMILY	Rosaceae	MORPHOTYPER	Rocio Hdez L.			
TYPE SPEC. #	MQI	TYPE LOC. #	HGO-51			
DIAGNOSTIC FEATURES OF MORPHOTYPE:		RECORD DATE	26/05/05			
Primera sección						
LEAF	LEAF ATTACHMENT	No es visible	LAMINAR SYMMETRY	Simetrica	LAMINAR L:W RATIO	1.9: 1
	LEAF ORGANIZATION	No es visible	BASE ANGLE	Aguda (81°)	APEX ANGLE	Agudo (90°)
	PETIOLE FEATURES	Ensanchada	BASE SHAPE	Convexa		
	LAMINAR SIZE	Nanófila (216 mm) Micrófila (348 mm)	PETIOLAR ATTACH.	Marginal		
	LAMINAR SHAPE	Elíptica	APEX SHAPE	Convexo		
	1° VEIN CATEGORY	Pinnada	MARGIN TYPE	Serrado	LOBATION	Unlobulado
	2° VEIN CATEGORY	Craspedódroma	2° VEIN SPACING	Uniforme		
	AGROPHIC VEINS		2° VEIN ANGLE	Uniforme		
	# OF BASAL VEINS	Tres	INTER-2° VEINS			
	3° VEIN CATEGORY	Reticulada al azar	3° VEIN ANGLE VARIABILITY	Inconsistente		
3° VEIN COURSE	Ramificadas hacia el margen de la hoja	4° VEIN CATEGORY	No es visible			
3° ANGLE TO 1°	No es visible	5° VEIN CATEGORY	No es visible			
VEINENES	AREOLATION	Moderadamente desarrollada	HIGHEST EXCURRENT			
	F.E.V.s		MARGINAL ULTIMATE			
	HIGHEST ORDER	Tercer orden	LEAF RANK	Primer rango		
PHOTO		Quinta sección		# OF ORDERS: 1 orden TEETH/CM: 5/ cm SPACING: Regular SHAPE: CV / FL SINUS: Angular APEX: Simple		
		TOOTH VENATION 		Tercera sección		
		LEAF TEXTURE: NO SE PRESERVÓ STOMATA: FEATURES:		Cuarta sección		
		CUTICLE				

Anexo 2. Forma general de la hoja. A. acicular; B. linear; C. lanceolada; D. oblanceolada; E. elíptica; F. rómbica; G. ovada; H. triangular; I. arriñonada; J. orbicular. Rzedowski y Rzedowski (2001).

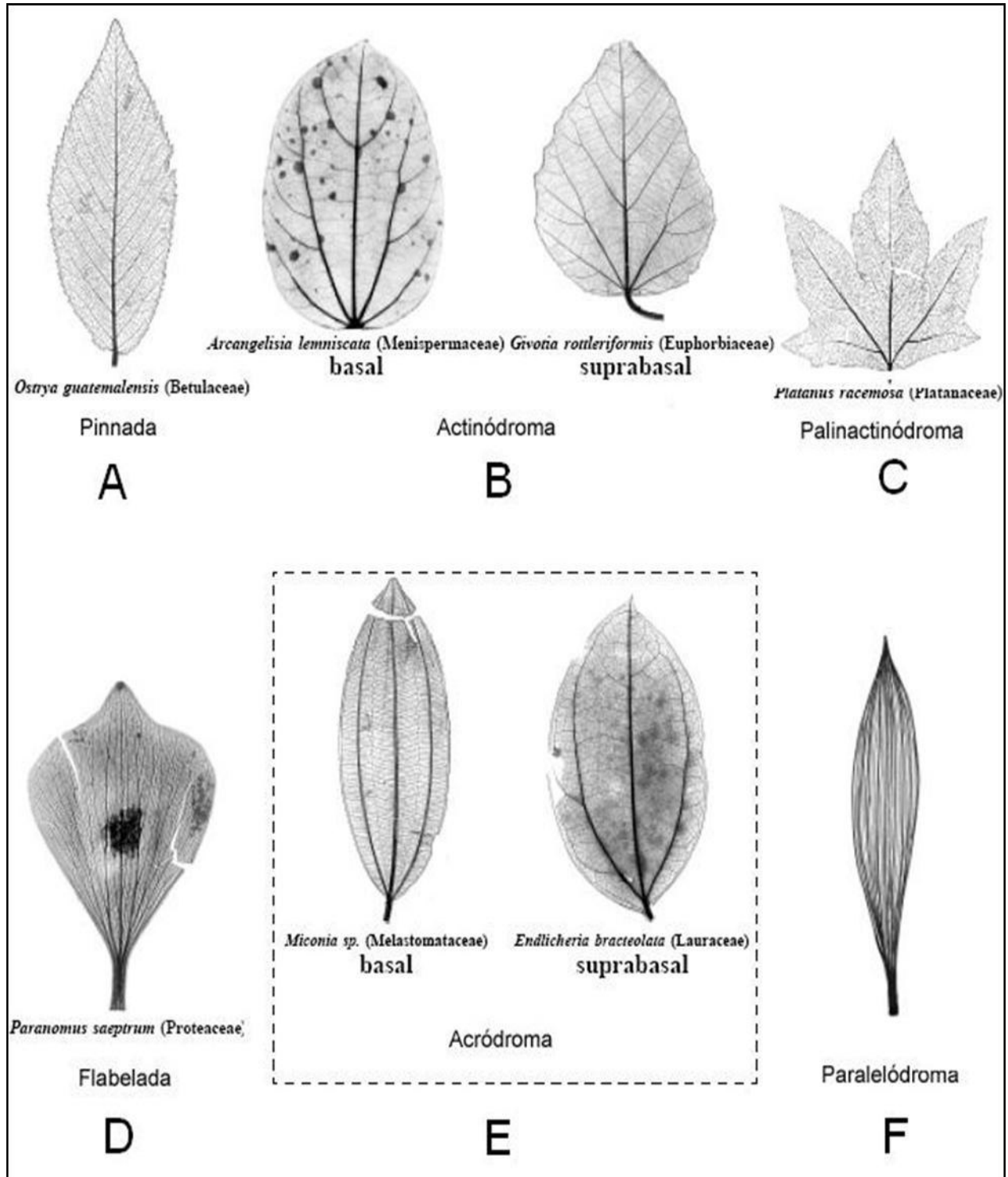


Anexo 3. Márgenes de la hoja. A. entero; B. repando; C. aserrado; D. crenado; E. dentado; F. frimbiado; G. laciniado. APICES. H. emarginado; I. truncado; J. redondeado; K. obtuso; L. agudo; M. acuminado; N. mucronado. BASES. O. cordada; P. Truncada; Q. redondeada; R. Obtusa; S. aguda; T. atenuada; U. cuneada; V. asimétrica; W. decurrente. Tomado de Pennington y Sarukhán (1998)



PRIMERA VENACION

Anexo 4: Tipos de venación primaria. (Tomado del manual del Leaf Architecture Working Group, 1999).



SEGUNDA VENACI3N

Anexo 5: Tipos de venaci3n secundaria (Tomado del manual del Leaf Architecture Working Group, 1999).

