



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO.**

FACULTAD DE CIENCIAS

**DESCRIPCIÓN DE IMPRONTAS FOLIARES
EOCÉNICAS DE LA FORMACIÓN LA CARROZA,
"LA POPA", NUEVO LEÓN, MÉXICO, Y SU
COMPARACIÓN CON TAXA ACTUALES**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

ANA ISABEL PÉREZ MAUSSÁN.

TUTORA: DRA. LAURA CALVILLO CANADELL



2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de Datos del Jurado.

1. Datos del alumno

Pérez
Maussán
Ana Isabel
55765354
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
305325776

2. Datos del asesor

Dra.
Laura
Calvillo
Canadell

3. Datos del sinodal 1

Dra.
María Hilda
Flores
Olvera

4. Datos del sinodal 2

Dra.
Susana
Valencia
Ávalos

5. Datos del sinodal 3

Dr.
Sergio Rafael Silvestre
Cevallos
Ferriz

6. Datos del sinodal 4

Dra.
Ana Laura
Wegier
Briuolo

7. Datos de la tesis

Descripción de improntas foliares eocénicas de la Formación la Carroza, "La Popa", Nuevo León, México y su comparación con taxa actuales.

114
2013

El presente trabajo se realizó bajo la dirección de la Dra. Laura Calvillo Canadell en el Laboratorio de Paleobotánica del Departamento de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM, gracias al apoyo económico otorgado con el proyecto CONACYT 104525 a cargo de la Dra. Laura Calvillo Canadell y el proyecto PAPIIT 219810 a cargo del Dr. Sergio R. S. Cevallos Ferriz.

Dedicatorias.

A mis papas: Que sin ustedes dos nada de esto existiría, por que se que somos lo más importante para ustedes y esto no solo es un logro para mi, también es un logro más en sus vidas, los quiero mucho a los dos.

Gracias Má por siempre estar ahí, echándome porras, apoyándome en todo momento y preocupándote por que todo esté bien.

Gracias Pá porque me has apoyado y acompañado muchas de mis decisiones y necesidades, disfruto mucho el tiempo contigo.

A mi hermano: Aun que lo niegues se que te preocupas por mi y estas a mi lado siempre que te necesito ¡Te quiero Hermanito!

A mi Tita: Porque ese cariño, cuidados y ratos que pasamos son importantes para continuar adelante.

A mi abuelo (Tito): Aún que me hubiera encantado que la veras terminada se que estas aquí, gracias por todas tus enseñanzas y buenos momentos.

"Fue el tiempo que pasaste con tu
rosa la que la hizo importante"

قلبي

Antoine Saint-Exupéry

"Muchas de las respuestas a
nuestras dudas actuales se
encuentran en el pasado. Siempre
es bueno saber de dónde vienes
para entender a dónde vas"

Odin Dupuyron

Agradecimientos:

Principalmente quiero agradecer a la **Dra. Laura Calvillo Canadell**, por todo el apoyo y tiempo invertido en que esta tesis saliera siempre adelante, por todos los consejos no solo académicos que siempre supo dar en el momento indicado y sin limitantes de apapachos, por tener siempre un lugar en su cubo para que diera lata el tiempo que necesitara despejar mi mente, por permitirme pensar de forma independiente pero saber regresarme al camino cuando fue necesario, este logro también es tuyo. Mil gracias Lau.

Al **Dr. Sergio R. S. Cevallos Ferriz**, por permitirme conocer un área de la biología tan fascinante, por todos los ánimos que siempre está dispuesto a darnos y sin escatimar en sacarnos siempre una sonrisa, por todas esas salidas al campo en las que nunca faltó un buenos días antes que saliera el sol y principalmente por todo ese conocimiento que siempre comparte.

A **Enoch Ortiz Montejo**, por todo el tiempo dedicado en el laboratorio para lograr el procesamiento del material fósil y aclarado de hojas, las discusiones a cerca de las localidades y las hojas, el apoyo, cuidados y confianza que siempre me brindó en campo y sobe todo gracias por tu amistad.

A mis sinodales **Dra. Hilda Flores Olvera**, **Dra. Susana Valencia Ávalos** y **Dra. Ana Laura Wegier Briuolo** por aceptar revisar mi tesis y tomarse el tiempo de hacer observaciones que me ayudaron a mejorarla y a aprender más.

A los profesores del taller Sistemas vegetales en el tiempo: reconstruyendo el pasado a través del presente y entendiendo el presente al conocer el pasado: **Enrique A. González Torres**, **Helga Ochoterena Boot**, **María del Socorro Lozano García** y **Margarita Caballero Miranda** Por los conocimientos impartidos en las diferentes clases del taller que formaron en mi un nuevo enfoque de la vida en la tierra.

Al personal del Herbario del Instituto de Biología, UNAM, MEXU: **M. en C. Celia E. Aguirre**, **Prof. Ma. de los Ángeles Cárdenas**, **M. en C. Ma. del Rosario García**, **Dr. José L. Godínez**, **M. en C. Blanca V. Juárez**, **Biol. Rosalinda Medina**, **M. en C. Ma. Angélica de la Paz Ramírez** y **M. en C. Ma. Leticia Torres** por facilitar el material que fue base en esta tesis; y un agradecimiento especial a la **Biol. Gilda Ortiz**, al **M. en C. Alberto J. Reyes** y al **M. en C. Rafael Torres**, porque además de brindarme las facilidades para el trabajo en el herbario, compartieron un poco de su conocimiento en cuanto a algunas familias e identificaciones.

A todos mis compañeros del Laboratorio de Paleobotánica: **Alma**, **Cesar**, **Denise**, **Ana**, **Gris**, **Aldo**, **Mar**, **Ix**, **Andrea**, **Luis I**, **Luis Pocho**, **Uxue**, **Marco**, **Xochilt**, **Ceci**, **Angie buena y mala**, **Gustavo**, **Itzel**, **Cipatli** y **Diana**, espero no me haya faltado nadie, porque con más o menos tiempo de conocer a cada uno, todos aportaron ideas y ánimo e n este trabajo, además de todo el tiempo y aventuras que hemos vivido en cada salida.

A mis buenas amigas: **Katia, Isa y Ale:** Porque nada como una amistad que ha durado aun a pesar de las distancias.

A **Dany** por ser la ñoña que hizo más tranquila la carrera, con todas esas ocurrencias y ratos de lucidez que siempre hacían mirar hacia adelante cuando me ganas había de avanzar. Mas que una amistad como bien lo dijiste es una simbiosis.

A **Faby, Christian y Andrea:** Excelentes amigos con los que siempre pude contar, confiar y compartir momentos y preocupaciones.

A **Stefan, Arzú y Javier (Mini-moy):** Con los que he compartido más que una carrera una pasión por la vida.

"Nada es del todo seguro. La vida se debe vivir desafiando constantemente a lo desconocido, porque la vida no es estática, va cambiando constantemente.

Odin Dupuyron

"Me pregunto si las estrellas se iluminan con el fin de que cada uno pueda algún día encontrar la suya"

Antoine Saint-Exupéry

ÍNDICE.

Resumen	1
I. Introducción	2
1.1. Arquitectura foliar y sistemática.....	2
1.2. Geología y vegetación del Eoceno.....	3
1.3. Estudios paleobotánicos previos.....	6
II. Área de estudio	6
III. Antecedentes	10
3.1. Justificación.....	10
3.2. Objetivo.....	10
3.3. Hipótesis.....	11
IV. Material y método	11
4.1. Aclarado de hojas.....	12
4.2. Análisis numérico.....	13

V. Resultados	14
5.1. Análisis numérico.....	14
5.2. Malvaceae.....	17
5.2.1. <i>Melochia</i>	17
5.2.2. <i>Ayenia</i>	21
5.2.3. <i>Hibiscus</i>	31
5.3. Salicaceae.....	43
5.3.1. <i>Pleuranthodendron</i>	43
5.3.2. <i>Hassletia</i>	47
5.3.3. aff. <i>Populus</i>	55
5.4. Lauraceae.....	71
5.4.1. <i>Cinnamomum</i>	71
5.5. Anacardiaceae.....	79
5.5.1. <i>Buchaniana</i>	79
5.6. Morfotipos no determinados.....	86
5.6.1. Morfo 5.0.....	86
5.6.2. Morfo 7.0.....	89
5.6.3. Morfo 7.1.....	91
VI. Discusión	93
VII. Conclusión	96
VIII. Bibliografía	97
IX. Apéndices	103

Resumen

Los estudios que se han realizado en paleobotánica para la localidad eocénica de "La Popa" son escasos. Anteriormente se reportaron miembros de las familias Leguminosae, Bursaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae y Rutaceae; se propone la presencia del trópico seco para esta localidad. En este trabajo se estudiaron un total de 27 hojas fósiles, por medio de su arquitectura foliar. El estudio se basa en la descripción de caracteres morfológicos de la hoja, y su comparación con los de taxa actuales, apoyados en técnicas como análisis numéricos y aclarado de hojas. Esta última, deja expuesta la diversidad de caracteres que conforman las hojas y facilita la comparación, a través de la cual, en este trabajo se propone para esta localidad la existencia de nuevas familias de angiospermas como Malvaceae, Salicaceae y Lauraceae, y se reafirma la presencia de Anacardiaceae. Caracteres de la arquitectura foliar como son la morfología de los dientes, forma de la lámina, patrón de venación terciaria, formas del ápice y base, entre otras, ayudan a la identificación de hojas fósiles. De la localidad de La Popa, se describen e identifican ocho géneros, entre ellos *Melochia*, *Ayenia* e *Hibiscus* (Malvaceae) identificables por la forma ovada de la lámina, margen serrado, venación primaria palmada actinódroma basal, venación terciaria percurrente opuesta y dos órdenes de dientes; *Pleuranthodendron*, *Hasseltia* y *Populus* (Salicaceae) cuya característica principal es la presencia del diente tipo salicoide, láminas de oblongas a ovadas y venas intersecundarias. *Cinnamomum* (Lauraceae) se distingue por la lámina largamente ovada y simétrica, margen entero, base cuneada, venación primaria palmada actinódroma basal y venaciones de altos órdenes reticulada de forma regular. Finalmente *Buchaniana* (Anacardiaceae) tiene como carácter principal la asimetría de la base y el ápice redondeado, además de la venación pinnada y el margen recto. Es evidente la existencia del trópico seco en la localidad eocénica de La Popa, pero los caracteres morfológicos y sus afinidades con taxa actuales nos indica que existe la probabilidad de que no toda la vegetación en esta zona sea autóctona.

I. Introducción

En los inicios de la paleobotánica en 1878, Lesquereux fue el primero en incursionar en los estudios de arquitectura foliar (Doyle *et al.* 1988). Aunque el registro fósil de plantas en México se ha investigado desde principios del siglo pasado, los trabajos son escasos, pero su importancia se ha incrementado a través del tiempo. Existen varias publicaciones dispersas y trabajos no publicados, que indudablemente son valiosos e importantes para adentrarse a la comprensión histórica de las plantas, aunque en ocasiones éstos han sido menospreciados (Ramírez y Cevallos, 2000a). El estudio de plantas fósiles aporta evidencia directa de la vida pasada, la edad mínima de existencia de un grupo determinado, la historia biogeográfica de los taxa; además los fósiles son taxones adicionales que proveen nuevos caracteres o nuevos estados de carácter y amplían la distribución temporal y espacial de los mismos. La identificación de las plantas fósiles permite ampliar el conocimiento de la flora que vivió en el pasado y entender la flora actual desde una perspectiva histórica.

El registro fósil es incompleto porque resulta muy difícil que las plantas fosilicen con todas las estructuras en conexión orgánica, además dependiendo de los ambientes de depósito y según el tipo de fosilización y las características de las plantas, se seleccionan los materiales que se conservan. Estos factores son determinantes por que principalmente se encuentran órganos aislados; fragmentos de estos, como pueden ser estructuras reproductivas (flores, frutos y semillas) o vegetativas (madera, hojas, tallos). Las hojas que son las estructuras vegetales que se encuentran más comúnmente en el registro fósil, y representan un órgano que posiblemente tiene la mayor diversidad de caracteres morfológicos (Hickey y Wolfe, 1975). Siendo estructuras vasculares que se desarrollan del meristemo apical (Nicotra *et al.* 2011), representan el órgano que se encuentran en la planta en mayor cantidad y gran parte del ciclo de vida. Su estudio es necesario para generar información acerca de la vegetación que existía en el pasado, proveyendo gran cantidad de información acerca de la composición, diversidad y paleoecología de floras pasadas. Además, la morfología de hojas fósiles se ha usado para la estimación de condiciones paleoambientales y paleoclimáticas.

1.1. Arquitectura foliar y sistemática

Los caracteres foliares son de utilidad para la identificación de diferentes familias, géneros y hasta especies, pero esto no es un trabajo sencillo ya que desde el principio de la sistemática las

estructuras reproductivas como flores y frutos han sido la base de las clasificaciones, siendo éstas las partes de la planta que permiten una identificación más sencilla y precisa (Meyer, 2003).

Como solución a éste problema y dado que todas las claves de identificación de plantas actuales se basan en la morfología de estos órganos reproductivos, y que en los afloramientos fósiles son las hojas el órgano más abundante, se ha desarrollado el uso de los caracteres foliares, resumido en la arquitectura foliar, para interpretar, describir e identificar su abundante, diverso e importante registro fósil. La arquitectura foliar, permite catalogar y describir caracteres de hojas que han resultado de gran ayuda en trabajos taxonómicos, ya sean botánicos o paleobotánicos. La arquitectura foliar ayuda a discernir grupos filogenéticos (Hickey, 1974) con base en los diferentes patrones de venación y la forma de la hoja, así como características del ápice, la base, el tamaño de la lámina, el tipo del margen y forma de los dientes, sin dejar de lado características de las glándulas y tricómas. La definición y asignación de nombres de estos caracteres y de sus estados de carácter, permiten armar una descripción detallada de la hoja y así tener una idea más amplia de su morfología, haciendo que el fósil sea comparable con hojas actuales y de esta manera poder ubicarlos taxonómicamente.

El estudio de la consistencia en la disposición de las diferentes venas y otras características de la hoja ha demostrado que estas mantienen modelos básicos o patrones que ahora se sabe caracterizan a algunas familias y géneros. Estos patrones pueden ser variados en una familia, si son "artificiales" o polifiléticas; mientras que en otras familias las variaciones son menores y aparentemente alguno de estos están seleccionados por las condiciones del medio ambiente (Hickey, 1974). El entendimiento de esta variabilidad foliar permite hacer inferencias en cuanto a la relación fisiológica con la morfología foliar (Boyce *et al.*, 2009). Las características morfológicas usadas en estos estudios han sido compiladas por varios autores, como Constantin von Ettingshausen (1861), Kerner (1895), Lam (1925), Goebel (1905), Troll (1938), Hickey (1974) y a partir de este último manual, el Leaf Architecture Working Group, editó la última versión titulada "Manual of leaf architecture" (Ellis *et al.*, 2009).

1.2 Geología y vegetación del Eoceno

El Eoceno es el periodo geológico más largo del Cenozoico. Comenzó hace 55 millones de años y duró alrededor de 23 millones de años, siendo importante para la flora ya que en este tiempo se alcanzan las máximas temperaturas del Cenozoico, periodo conocido como el máximo termal

Paleoceno-Eoceno (PETM por sus siglas en inglés), que es resultado de un rápido incremento de la temperatura global (Manchester, 1999), mismo que duró aproximadamente 200,000 años y hacia el final de este periodo inicia un decremento de temperatura que se acelera en el Neógeno (Robador *et al.* 2009).

Paleogeográficamente, hace unos 50 millones de años, Australia y Antártica se separaron de África y Sudamérica. Australia se separó de Antártica y rápidamente se movió al norte en dirección a una colisión con el Sureste de Asia, al igual que la India cuya primera colisión con Eurasia fue en el Eoceno medio. Durante este periodo hubo puentes de tierra que comunicaban todas las tierras del Hemisferio Norte, por un lado el estrecho de Bering fue intermitente y por otro el puente de tierra del Atlántico Norte estuvo presente de manera más constante. En este tiempo Europa-Groenlandia y Escandinavia se encontraban separadas de Asia por la presencia del mar Tíngai, aunque se postula que pudo haber un puente intermitente entre estas dos tierras. Al parecer el mar que las separaba de Europa se retiró para el Eoceno temprano (Matínez, 2000)

En México, durante el Eoceno medio se dio una gran actividad volcánica que formó la mayor parte de la Sierra Madre Occidental. En el Eoceno superior comenzó el desplazamiento del Bloque Chortis hacia el sureste del país, ampliando el Arco volcánico. Tiempo después se termina de desarrollar la Sierra Madre Oriental a causa de la Orogenia Laramide, asociada a la subducción de la placa Farallón y se da la aparición de la península de Yucatán (Martínez, 2000). La orogenia Laramide, es un proceso ligado a regresiones marinas, que comenzaron en el Cretácico tardío y terminaron en el Eoceno medio, estas tuvieron influencia directa en la configuración actual de la zona (Figura 1). El territorio que emergió en este periodo aumentó la superficie emergida en aproximadamente un 100% (Cevallos y González, 2005).

Los fósiles de plantas pertenecientes al Eoceno proveen de una ventaja peculiar, pues permiten examinar algunos aspectos de la evolución de las Angiospermas. En el inicio del Cenozoico muchos taxa de angiospermas divergieron lo suficiente, adquiriendo características que sugieren con mayor fuerza afinidades reconocibles con familias y algunos géneros actuales, pero conservan otros que dan sustento a interpretar cambios en la anatomía y morfología de varios de estos taxa (Manchester, 1980). Conociendo los caracteres de estos fósiles y utilizándolos para deducir aspectos climático-ambientales se ha podido sugerir que desde el Eoceno temprano hasta el Eoceno medio, en el sureste de Norteamérica dominaba el clima tropical a subtropical. Las condiciones cálidas del Cretácico al Eoceno temprano permitieron el desarrollo e intercambio de la flora en latitudes altas

del hemisferio norte la cual combina elementos tropicales y subtropicales denominada flora boreotropical (Martínez, 2000).

Las floras tropicales/subtropicales de Norteamérica presentes en el Paleoceno persistieron en el Eoceno temprano y medio, y la relativa uniformidad del clima propició gran similitud entre la flora del Oeste de Norteamérica y el Oeste de Europa central, así como parecidos con taxa de Asia. Algunos géneros entre muchos otros con amplia distribución en el Paleógeno son *Craigia*, *Eucommia* y *Paliurus* (Manchester, 1999). *Ilex* y *Pinus* son géneros conocidos para sedimentos del Eoceno del Noreste de México que pueden añadirse a esta lista (Cevallos y González, 2005). Entre los taxa que crecieron en México durante el Cenozoico, se observan algunos que sugieren relación con plantas de diversas regiones del mundo. Un ejemplo para el Eoceno-Mioceno es *Eucommia* que se desarrolló en el hemisferio norte y actualmente solo se encuentra en los bosques de China (Cevallos y González, 2005).

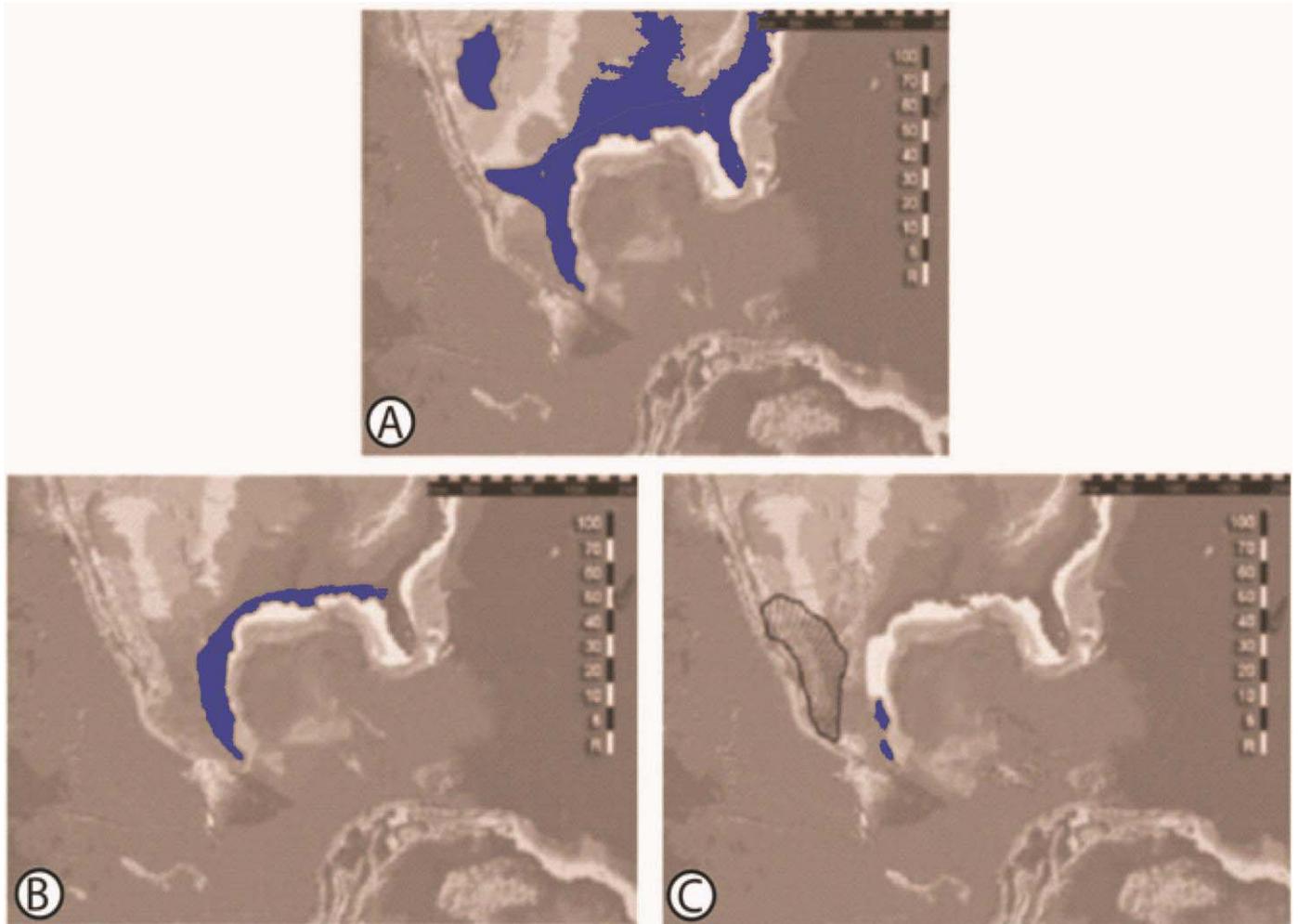


Figura 1: Regresión marina en México del Paleoceno al Eoceno, zonas cubiertas de mar. A. Geología de México en el Paleoceno superior, B. Geología de México en el Eoceno medio, C. Geología de México en el Eoceno superior (Tomada de Cevallos y González, 2005) .

1.3 Estudios paleobotánicos previos

La paleoflora reportada para el Eoceno de México se sustenta en evidencia basada en el estudio de maderas, flores, frutos, polen y hojas. Se han reportado familias como Alismataceae (*Sagitaria*), Cyperaceae, Gramineae, Liliaceae, Palmae, Pandanaceae, Restionaceae con el género *Aglaoredia*, Agavaceae, Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Betulaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Caryophyllaceae, Clethraceae, Compositae, Eucomiaceae, Euphorbiaceae, Fagaceae, Jungladeaceae, Leguminosae, Malpighiaceae, Meliaceae, Myriaceae, Myrtaceae, Onagraceae, Platanace, Polygalaceae, Poligonaceae, Portulacaceae, Rhamnaceae, Rosaceae, Salicaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, Sterculiaceae, Typhaceae, Ulmaceae y Urticaceae (Ramírez y Cevallos, 2000a).

En los depósitos sedimentarios presentes en la localidad de La Popa, se han preservado diferentes evidencias de vida como hojas, maderas y diversos crustáceos marinos. Sin embargo, existen pocos estudios paleontológicos realizados para esta localidad; entre ellos se puede hablar de identificaciones de bivalvos hechas por Vega *et al.* (1989) y de plantas realizadas por Calvillo y Cevallos (2005), donde describen 3 frutos eocénicos de Leguminosae (*Inga popensis*, *Chamaecrista eocenica* y *Senna sousae*). Posteriormente, en 2009, Rodríguez-Reyes en su tesis de maestría identifica hojas de la localidad como parte de las familias Myrtaceae, Anacardiaceae, Burseraceae y Rutaceae, que en su conjunto sugieren la posible presencia del trópico seco en la localidad eocénica de “La Popa”. Esta sugerencia es apoyada por un estudio de los paleosuelos de la Formación Carroza donde se dice que probablemente se desarrollaron bajo condiciones xéricas (Rodríguez 2009).

II. Área de estudio

En el área de estudio afloran principalmente rocas ígneas y sedimentarias del Mesozoico y del Cenozoico y suelos cuaternarios. Las rocas sedimentarias son de origen marino y continental. Las rocas ígneas son intrusivas y extrusivas. Esta secuencia se depositó durante el levantamiento de la Sierra Madre Oriental, como producto de la orogenia Laramide (Tamez *et al.* 2011). Las rocas marinas del Eoceno son el registro más occidental de estas en el noreste de México, sugiriendo la presencia de un protogolfo.

La evolución tectono-sedimentaria de la costa este de México está ligada de manera estrecha a la apertura y el desarrollo del Golfo de México y está caracterizada por el afloramiento de

secuencias estratigráficas datadas desde el Cretácico (en mayor proporción) hasta el Reciente. El levantamiento de tierras occidentales, propició el desarrollo de sistemas fluviales en esta parte del país, mismos que crearon depósitos sedimentarios desde el Campaniano al Paleógeno. Estos depósitos representan sistemas deltaicos a lo largo de la costa del ancestral Golfo de México, que rellenaron las cuencas de Parras y La Popa, que son dos de las unidades litológicas más importantes del Grupo Difunta (Vega *et al.*, 1989).

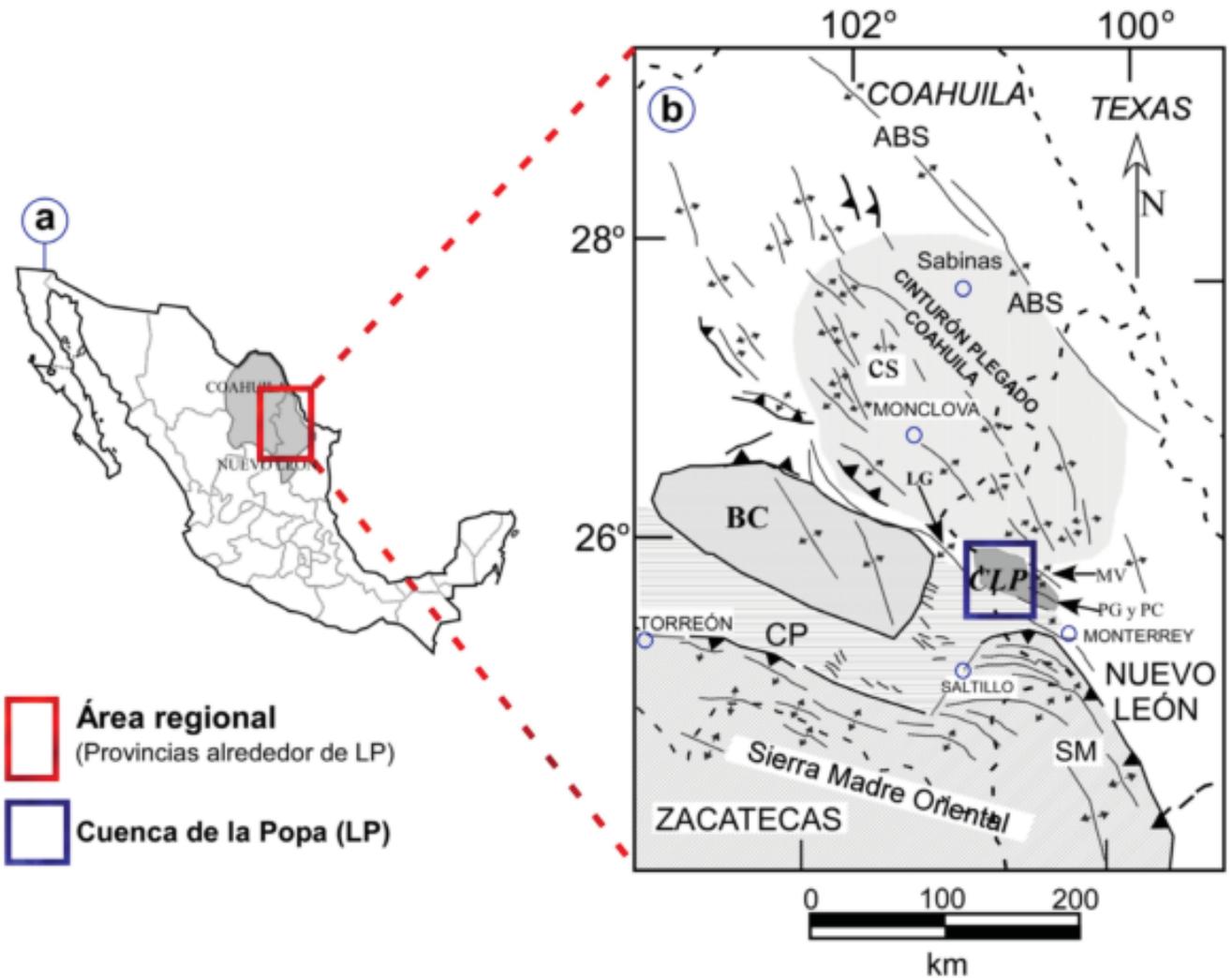


Figura 2: Ubicación de la cuenca de "La Popa" (Tomada de Tamez *et al.* 2011).

La localidad de la Popa pertenece a la Formación La Carroza, dentro del Grupo Difunta. Es la formación más joven dentro del grupo, asignada informalmente al Eoceno medio (Vega *et al.*, 1989). El Grupo Difunta se encuentra en el antepaís (depresión ubicada detrás de un orógeno donde se acumulan sedimentos del mismo) de la Sierra Madre Oriental, frente a la curvatura de Monterrey, colindando al suroeste con la Cuenca de Parras y al norte con la Cuenca de Sabinas; entre las coordenadas 26°00'00" y 27°00'00" latitud norte y 100°30'00" y 101°00'00" longitud oeste, a 85 Km al noreste de la ciudad de Monterrey, Nuevo León (Figura 2).

El Grupo Difunta que se encuentra dentro de la cuenca sedimentaria de La Popa consiste de cinco formaciones: El Muerto, Potrerillos, Adjuntas, Viento y La Carroza. Esta última mide aproximadamente 805 metros de espesor e incluye a los estratos más jóvenes de la cuenca, que a su vez consisten en lutitas rojas, limolitas y areniscas de origen continental y su posición estratigráfica indica que pertenece a la parte más joven del Eoceno medio (Figura 3).

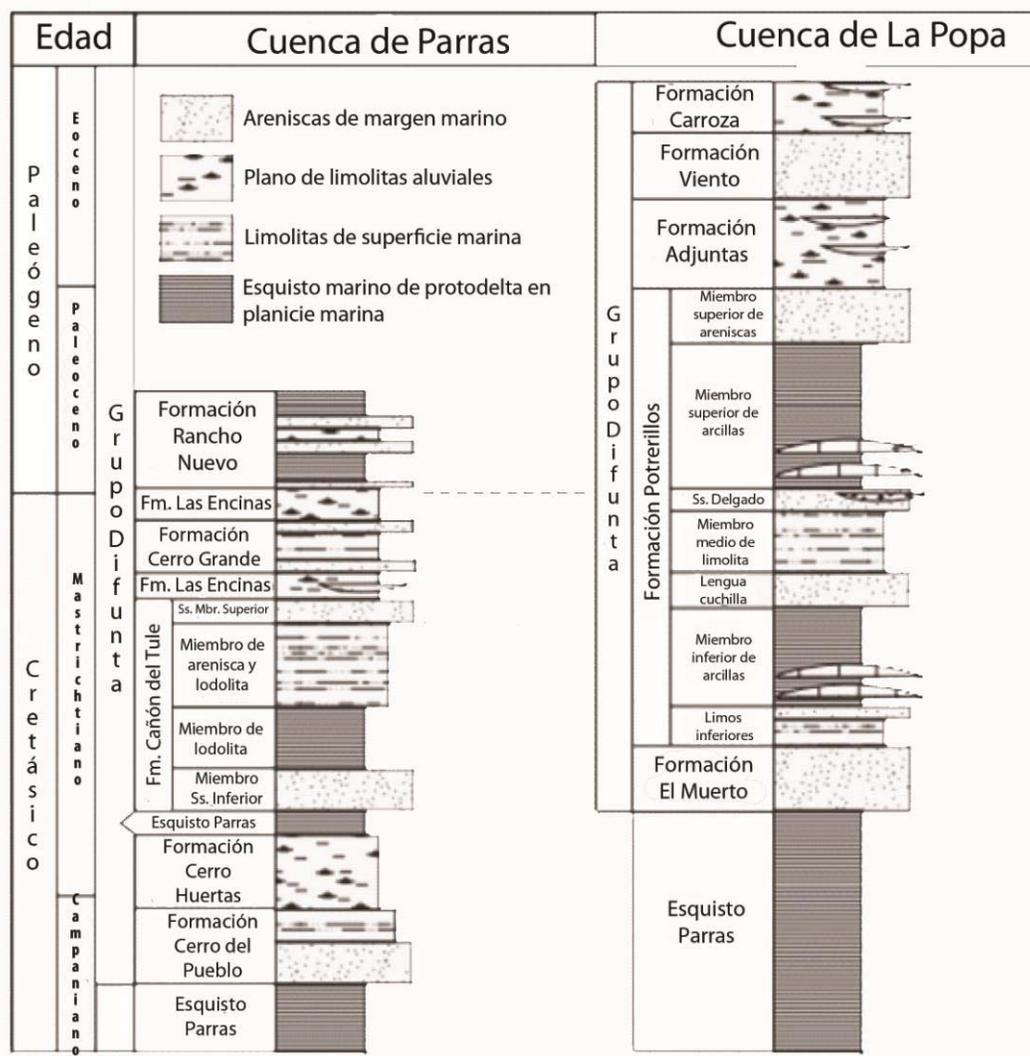


Figura 3: Nomenclatura estratigráfica y edades de las cuencas de Parras y La Popa (Tomada de Lawton *et al.*, 2009).

Otras cuencas como las de Parras y Sabinas, se unen a la de La Popa, para formar la saliente Monterrey y el sector transversal del cinturón plegado de la Sierra Madre Oriental. Los datos paleontológicos de las cuencas de Parras y La Popa indican que la cuenca de antepaís contiene un sistema de detritos deltaicos, que consiste predominantemente de areniscas, limolitas y esquistos en las cuencas de Parras y La Popa, y esta última incluye además capas de estratos discontinuos de carbón y diapiros de sal (Figura 4). En la cuenca de La Popa predominan las calizas marinas que van desde la parte delantera en forma de delta, con aportes fluviales y depósitos estuarinos. En esta cuenca los depósitos estudiados más jóvenes, es decir la Formación Carroza, data del Eoceno temprano al medio (Lawton *et al*, 2009).

La cuenca de La Popa inició como un "riff basin" solitario en el Jurásico y continuó como un centro de depósito hasta el Eoceno, con levantamientos y erosión después de esta época y como resultado esta cuenca contiene sedimentos datados desde el Jurásico tardío hasta el Eoceno. Los únicos estratos no marinos presentes son capas rojas del Eoceno de la Formación "La Carroza" que consisten en areniscas, limolitas y paleosuelos (Hudson y Hanson, 2007).



Figura 4: Columna estratigráfica de la localidad de "La Popa" (Tomad de Rodríguez 2009).

III. Antecedentes

3.1 Justificación

En trabajos anatómicos y morfológicos anteriores se ha encontrado que las plantas fósiles se pueden comparar tanto en la morfología como en la anatomía con plantas que crecen actualmente, y que estas similitudes se ven incrementadas cuando las edades de los fósiles son más jóvenes. Por esto, se plantea la posibilidad de que con los tipos de vegetación debe de existir alguna relación parecida; es así que la información paleobotánica enriquece propuestas sobre la vida en el pasado y amplía la forma de ver diversas propuestas y las formas de abordar los problemas botánicos (Cevallos *et al.* 2012).

De aquí viene la importancia de identificar correctamente el material fósil, ya que aporta información que amplía el conocimiento de la flora pasada y actual, identificando nuevas especies que dan las edades mínimas de diversas familias de plantas, ampliando la distribución espacial y temporal de los taxones, ayudando en análisis posteriores de filogenias, permitiendo comprender la diversidad actual, apoyando la historia biogeográfica y dando nuevos caracteres y estados de carácter. Estudios de plantas fósiles y actuales indican patrones coherentes en la morfología y añaden valor a las determinaciones taxonómicas y a las relaciones filogenéticas que existen en las plantas actuales (Hickey y Wolfe, 1975).

En México existen pocos trabajos paleobotánicos y en específico los trabajos de este ámbito en la localidad de “La Popa”, Nuevo León, son realmente escasos, pero existe una gran cantidad de material que aflora en esta región, que al ser estudiado ampliará el conocimiento de la flora eocénica en esta localidad, permitiendo hacer otro tipo de inferencias sobre la vegetación que existió en el norte del país.

3.2. Objetivo

A través de los caracteres morfológicos de hojas fósiles y actuales, y el uso de la arquitectura foliar, conocer la diversidad de formas foliares y así describir e identificar los taxa de plantas que existían en esa zona durante el Eoceno en la localidad de "La Popa", en el estado de Nuevo León, México.

3.3. Hipótesis

Si se analizan los caracteres foliares de hojas actuales y se extrapolan a hojas fósiles, entonces será posible hacer una descripción e identificación de la paleoflora del Eoceno en la región de la Popa, Nuevo León; la comparación de caracteres y especies de plantas actuales probablemente apoyarán la propuesta previa de la presencia del trópico seco durante el Eoceno en el norte del país.

IV. Material y método

El material fósil se colectó en la localidad de "La Popa", por miembros del Laboratorio de Paleobotánica a través de salidas de campo en los últimos cinco años. Durante este tiempo se han reunido más de 1500 ejemplares, los cuales se encuentran dentro de la colección del laboratorio de Paleobotánica del Instituto de Geología, UNAM. Estos se observaron y se separaron en morfotipos, seleccionándose para este estudio los que presentaron una mejor preservación y tamaño de lámina micrófilo-notófilo, siendo un total de 27 ejemplares clasificados en 14 morfotipos.

Una vez seleccionados los morfotipos se observaron al microscopio estereoscópico y se comenzó con la descripción de las hojas fósiles con base en el manual de arquitectura foliar de Hickey (1974) y el creado por el Leaf Architecture Working Group en 2009. Posteriormente se realizaron dibujos con ayuda de la cámara lúcida y un microscopio Olympus SZ-STU2 y se tomó fotografía digital con una cámara Canon Power Shot A640. Para entender mejor la disposición de los caracteres y poder hacer una comparación con ejemplares actuales, se observaron tanto ejemplares de herbario revisados en línea, como hojas que fueron sometidas a la técnica de aclarado. También se recurrió al uso del microscopio estereoscópico Olympus Discovery V8, usando las técnicas de iluminación con luz blanca transmitida y luz UV. Con esta última se resaltan caracteres difícilmente visibles con la luz blanca transmitida. Las observaciones realizadas al material con este microscopio también fueron fotografiadas con una cámara digital Canon Power Shot A640 incorporada al microscopio.

En cuanto a la comparación con taxa actual se revisó la colección de ejemplares del Herbario en línea de Kew Botanical Garden (K), observando las hojas de las especies con mayor similitud a los fósiles y prestando mayor atención a los taxa cuyas características coincidieran con las presente en el material fósil. Posteriormente con las familias seleccionadas se profundizó la consulta en el Herbario Nacional de México (MEXU), en el cual después de haber pedido los permisos correspondientes se procedió al muestreo de material foliar de los ejemplares de las especies más parecidos, para

someterlas a la técnica de aclarado de hojas en el Laboratorio de Aclarado de hojas en el Instituto de Geología UNAM.

Finalmente, se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva especializada en el tema, con el fin de fundamentar mejor la ubicación taxonómica de los morfotipos estudiados, usando como base principal las clasificaciones de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms (1900-1907), que es la que los Herbarios de Kew Botanical Garden (K) y el Herbario Nacional de México (MEXU) usan para el acomodo de su material; sin embargo, la determinación final se ajustó al sistema de clasificación de APG III (2009) que es el más reciente y utilizada en la actualidad.

4.1. Aclarado de hojas

Esta técnica se aplica a hojas actuales, principalmente a las obtenidas de ejemplares de herbario previamente identificadas, y ayuda en la observación de caracteres como son los patrones de venación más altos, dado que en la hoja sin el procedimiento no son tan fácilmente observables, dado que el espesor del mesófilo y la cutícula impiden el paso de luz del microscopio y la visibilidad detallada de los patrones de venación (Martínez y Cevallos, 2005).

En un vaso de precipitados se hirvió agua sumergiendo en esta las hojas que fueron colectadas del Herbario MEXU. Se dejaron ahí hasta que tomaron una consistencia flexible. Posteriormente, con el agua tibia usada para rehidratar las hojas, se preparó una solución de hidróxido de sodio al 10% o 20%, dependiendo de la delicadeza de la hoja y se dejaron reposar en ésta. Una vez que enfrió la solución, las hojas fueron sumergidas durante 24 horas en cloro al 5% o 10%, también dependiendo de la fragilidad del material. Pasadas las 24 horas se substituyó el cloro por agua corriente y se dejaron enjuagar por 24 horas más; a partir de aquí las hojas se tiñeron con safranina “O”, dejando 24 horas a las hojas en cada uno de los siguientes pasos: alcohol al 50%, safranina, alcohol al 50%, alcohol al 70% y alcohol al 100%.

Una vez que el proceso de aclarado y tinción terminó se procedió a realizar el proceso de montaje del material. Este consistió en la inclusión de las hojas ya aclaradas y teñidas en resina poliéster para su conservación. Para esto, primero se deshidrataron las hojas metiéndolas unos minutos en xilol, se eligieron recipientes adecuados al tamaño de las hojas, en las que se vertió resina poliéster PP-cristal pura, calculando una capa delgada en la que se montó el material. Una vez que esta primera capa de resina geló lo suficiente, se sacó la hoja del xilol y se acomodó sobre la resina poniendo a un lado una etiqueta de identificación con el nombre obtenido del ejemplar de herbario de

la especie a la que pertenece la hoja y/o folio. Finalmente la hoja se cubrió con más resina y se dejó secar.

Cuando las piezas de resina se encontraron completamente secas se lijaron, comenzando con una lija de agua de grano grueso (alrededor del número 180) para quitar todas las imperfecciones causadas por el molde y reducir el tamaño de la pieza, dejando la resina lo más delgada posible sin dañar la hoja, posteriormente se pulió la pieza con lijas de tamaño 220, 320, 500, 1000 y 1500, quitando con cada una los rayones de la lija anterior. Después de la lija del número 1500 la pieza se pulió con una máquina pulidora marca ENMAR.

4.2 Análisis numérico

Para llegar a una identificación concreta de hojas fósiles se puede hacer uso de diversas herramientas como la consulta de herbarios, bases de datos paleontológicas, aclarado de hojas, y otras técnicas que ayuden a tomar decisiones por medio de comparación de caracteres de una forma más objetiva como son las técnicas numéricas, una rama de la taxonomía que mediante métodos matemáticos calcula la afinidad entre unidades taxonómicas con base en el estado de sus caracteres. Para llevar a cabo estas técnicas, es necesario seleccionar las unidades con las que se va a trabajar, a estas unidades se les conoce como OTU's (unidad taxonómica operativa). Con estas OTU's se realiza una matriz de datos en la que se incluyen los caracteres y estados de carácter ya codificados para cada una de estas unidades taxonómicas. Esta matriz es la que sirve para obtener los coeficientes de similitud y la conformación de grupos (Crisci *et al.* 1983).

Para el caso de cuatro morfotipos con los que resultó complicado llegar a definir una familia (Morfotipos 8.0, 8.1, 8.3 y 6.2), se realizó una comparación con hojas de ejemplares del herbario de Kew Botanical Garden (K), donde se seleccionaron 59 taxa (9 Euphorbiaceae, 10 Malvaceae, 14 Sterculiaceae, 14 Tiliaceae y 12 Urticaceae) que fueron las más parecidas a las hojas fósiles; además de otros 22 taxa mas (10 Malvaceae y 12 Sterculiaceae) extraídas del Herbario MEXU, y aclaradas en el laboratorio de Aclarado de hojas del Instituto de Geología, UNAM (Apéndice 1). Estas hojas fueron descritas, al igual que las hojas fósiles, con ayuda del manual de arquitectura foliar (Ellis *et al.*, 2009). Una vez que se describieron, se seleccionaron 30 caracteres con sus respectivos estados de carácter (Apéndice 2), con los que se armó una matriz básica de datos en la que se colocaron las especies en las filas y los caracteres en las columnas (Apéndice 4), y así, por medio del programa computacional NTSYS 2.2, se realizó un análisis fenético del cual se obtuvieron 4 fonogramas a

partir de 4 matrices diferentes usando un índice de correlación como método numérico, eligiendo el que aportara más información de similitud de las hojas seleccionadas con los morfotipos fósiles (figura 5).

V. Resultados

5.1. Análisis numérico

Con el análisis fenético se obtuvo el fenograma mostrado en la figura 5, en cual se puede observar que el morfotipo 6.3 presenta grandes diferencias con los morfotipos 8.0, 8.3 y 8.1 como son, la forma en la que salen las venas primarias laterales, que en este caso son muy rectas desde la base, el margen dentado, con diferentes tipos de dientes en la base y en el ápice, la ligera asimetría de la lámina, la unión de las venas secundarias con la vena media de tipo decurrente y la presencia de venas intersecundarias; separándolo de todos los taxa utilizados en el análisis.

Desde el principio se puede observar que el fenograma separa al morfotipo 6.2 de todos los taxa que se incluyeron en el análisis, poniéndolo sólo en el grupo B, lo que indica que este morfotipo no pertenece a ninguna de las familias analizadas. Los otros 3 morfotipos se agrupan en el grupo A, posteriormente coloca al morfotipo 8.1 en el grupo D, uniéndolo a la especie *Hibiscus kochii* Fryxell (M_a2) de la familia Malvaceae con un coeficiente casi de 1, considerando que 1 es la similitud total, este coeficiente dice que el morfotipo 8.1 es muy parecido al género mencionado. Finalmente los morfotipos 8.0 y 8.3 se juntan en el gran grupo F que su vez se divide en 2 grupos, encontrándose el morfotipo 8.0 en el grupo I, en el que presenta un coeficiente aproximado de 0.95 con la especie *Melochia gardneri* Sprague (S_5) de la familia Malvaceae; dado que el morfotipo 8.3 igual se encuentra unido con en el grupo F, con un coeficiente aproximado de 0.90, pero no se relaciona directamente con ninguna especie, se ha relacionado con la familia Malvaceae, como se hizo con el morfotipo 8.0, pero en un género diferente.

De esta forma, el morfotipo 8.0 se identifica perteneciente al género *Melochia*, el morfotipo 8.1 al género *Hibiscus* y el morfotipo 8.3 a la familia Malvaceae; mientras que el morfotipo 6.3 con este análisis queda fuera de las familias Malvaceae, Urticace y Euforbiaceae; por lo que hasta el momento queda sin identificación.

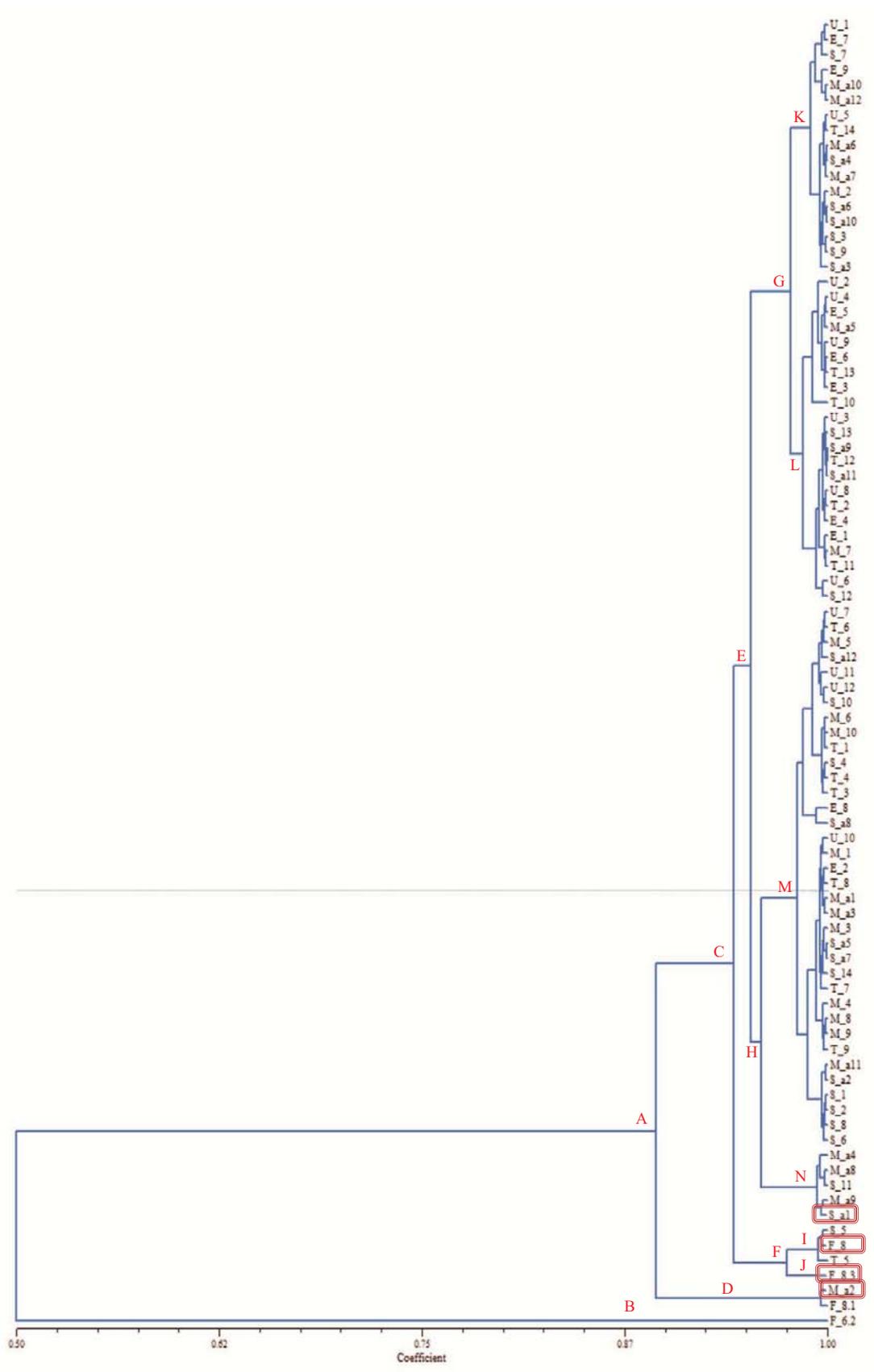


Figura 5: Fenograma resultado del análisis numérico en el que se agrupan los morfotipos 8.0 y 8.3 con la especie *Melochia gardneri* (S_5) de la familia Malvaceae, al morfotipo 8.1 con la especie *Bastardia viscosa* (M_a2) de la familia Malvaceae y deja fuera al morfotipo 6.2 (Morfotipos estudiados marcados con rojo).

Se analizaron un total de 27 hojas fósiles separándolas en 14 morfotipos, 11 de ellos ubicados taxonómicamente de acuerdo al sistema de clasificación APG III y los otros tres morfotipos se dejaron solo con la descripción ya que no fue posible llegar a una identificación. De los 11 morfotipos identificados, los primeros tres se ubican dentro de la familia Malvaceae (*Ayenia*, *Hibiscus* y *Melochia*), seis en Salicaceae (*Hasseltia*, *Pleuranthodendron* y *Populus*), uno en Lauraceae (*Cinnamomum*), el último en Anacardiaceae (*Buchaniana*).

Tabla 1: Cuadro de los morfotipos y las familias, subfamilias, tribus y géneros a los que han sido asignados.

Familia	Subfamilia	Tribu	Género	Morfotipo
Malvaceae	Byttneroideae	Hermannieae	<i>Melochia</i>	8
		Byttneraeae	<i>Ayenia</i>	8.3
	Malvoideae	Hibisceae	<i>Hibiscus</i>	8.1
Salicaceae	Prokioideae	Prockieae	<i>Pleuranthodendron</i>	6.2
			<i>Hasseltia</i>	2 y 2.1
	Salicoideae	Salicaceae		10
				1
			<i>Populus</i>	5.3
Lauraceae	Laurodeae	Cinnamomeae	<i>Cinnamomum</i>	1.1
Anacardiaceae	Anacardioideae	Buchananieae	<i>Buchaniana</i>	6.3
				3

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Malvales.

Familia: Malvaceae.

Subfamilia: Byttneroideae.

Tribu: Hermannieae.

Género: *Melochia* L.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 8.0

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja ovada, notófila, simétrica, peciolo marginal, ápice recto, venación primaria palmada. Venación secundaria mayor semicraspedódroma con unión a la vena media de tipo deflexa; venas terciarias intercostales percurrentes mixtas, venas terciarias epimediales percurrentes opuestas; venación de cuarto orden reticulada regular, venas agrófitas semicraspedódromas; margen dentado, dientes tipo cóncavo-convexo en el lado distal y convexo en el lado proximal, y cóncavo en el lado distal y convexo en el lado proximal, sinus redondeado y ápice del diente con tejido no específico.

Descripción:

Parte y contraparte de una hoja fósil casi completa, de forma ovada, notófila, de 9 cm de largo y 4.5cm de ancho, con una superficie laminar de 3037.5mm², simétrica, con peciolo unido a la lámina de forma marginal; ápice recto formando un ángulo agudo de 49°, base incompleta, formando un ángulo agudo de aproximadamente 57° (Lámina 1, Fig. A). Venación primaria palmada actinódroma basal con 3 venas basales formando un ángulo agudo de 20° con respecto a la vena media; venación secundaria mayor semicraspedódroma (Lámina 1, Fig. B), en la que una vena entra directamente al diente y la otra se une a la secundaria mayor subsecuente, con un espaciamiento que

aumenta abruptamente de forma proximal a la base; la unión de las venas secundarias mayores con la vena media es deflexa (Lámina 1, Fig. C), formando ángulos agudos uniformes de 55° en la base y 50° hacia el centro de la lámina; venas terciarias intercostales percurrentes mixtas (Lámina 1, Fig. D) predominando las opuestas, rectas y sinuosas, formando un ángulo obtuso con respecto a la vena media; las venas terciarias epimediales son percurrentes opuestas, en el flanco proximal, perpendiculares a la vena media y basiflexas y paralelas a las terciarias intercostales en el lado distal (Lámina 1, Fig. E); venación de cuarto orden reticulada irregular (Lámina 1, Fig. F). Venas agrófitas compuestas con curso semicraspedódromo (Lámina 1, Fig. G). El margen es serrado, el espaciamiento entre dientes es regular, presenta dos órdenes de dientes y tres dientes por centímetro, de formas mayormente cóncavo-convexo en el lado distal y convexo en el lado proximal (fl/cv); otros dientes presentan formas cóncavo en el lado distal y convexo en el lado proximal (cc/cv), el sinus del diente es redondeado y la vena principal corresponde a venas secundarias que terminan en el flanco distal de los dientes; el ápice del diente muestra un tejido no específico, posiblemente de tipo tilado, casidado o esferulado.

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 8.0 se comparó con las siguientes familias y géneros: Urticaceae: *Bohemeria*, *Cypholoophus*, *Laportea*, *Maoutia*, *Phenax*, *Pilea*, *Pipturus* y *Urera*; de la familia Euphorbiaceae: *Acalypha*, *Alchornea*, *Croton* y *Traga*; la familia Malvaceae, por facilidad en la búsqueda y en el manejo de los datos se tomó en cuenta la clasificación de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms (1990-1907), tomando como familias separadas a Malvaceae: *Abutilon*, *Alyogyne*, *Bastardia*, *Decaschistia*, *Hibisus*, *Hoheria*, *Malvaviscensis*, *Malvaviscus*, *Pavonia* y *Robinsonella*; Sterculiaceae: *Ayenia*, *Byttneria*, *Commersonia*, *Helicteres*, *Melhanía*, *Melochia*, *Physodium*, *Rulingia* y *Waltheria*, y Tiliaceae: *Corchorus*, *Grewia*, *Heiocarpus* y *Trumfetta*. Estos géneros que fueron seleccionadas después de revisar todas las familias en el herbario en línea del Kew Botanical Garden (K) y del Herbario Nacional de México, MEXU.

Con los resultados del análisis fenético corrido con las especies anteriormente mencionadas y la comparación directa con hojas de herbario, la hoja fósil se agrupó con el género *Melochia*, ya que este muestra una mayor similitud morfológica con el fósil como son: el peciolo marginal, tamaño de la hoja notófila, forma ovada, hoja simétrica, margen serrado, ápice recto y agudo, venación primaria palmada, distribución de venas secundarias mayores semicraspedódromas, unión de las venas

secundarias mayores con la vena media de tipo deflexa y venas cuaternarias reticuladas de forma regular; caracteres que a su vez son muy constantes en la familia Malvaceae, más específicamente en las subfamilias Byttneroideae, Helicteroideae y Dombeyoideae según la clasificación de APG III .

Aunque en general se haya visto una constancia en los caracteres observados para las subfamilias Byttneroideae y Helicteroideae, los caracteres con los que se pueden descartar los géneros con los que se comparó el morfotipo:

**Ayenia*: Muestra algunas asimetrías en la lámina y los dientes en este género son más pequeños (Lámina 3, Fig. A-E y lámina 4, Fig. A)).

**Bytneria*: Principalmente se descartó por la ausencia de dientes en el margen y el espaciamiento regular de las venas secundarias mayores (Lámina 3 Fig. F).

**Helicteres*: Fue descartado por presentar una lámina ligeramente asimétrica; el ápice es más redondeado y las venas secundarias carecen de patrón de un venación semicraspedódromo (Lámina 3, Fig. K y L y lámina 4, Fig. H).

**Melhania*: Distinto patrón en venas terciarias y diferencias en la forma de los dientes (Lámina 4, Fig. C e I).

**Physodium*: No concuerda por la asimetría de la lámina, la forma de la lámina y del ápice y la venación secundaria semicraspedódroma en este género es menos frecuente (Lámina 3, Fig. H e I).

**Rulingia*: Ángulo de la base, espaciamiento de secundarias mayores, venación terciaria, presencia de venas intersecundarias y morfología de los dientes (Lámina 4, Fig. D).

**Waltheria*: En este género las hojas son ligeramente asimétricas, la base es más ancha, distinto patrón en venas secundarias mayores y menores, diferente tipo de venas terciarias y no coincide la forma ni morfología de los dientes en general (Lámina 3, Fig. J y lámina 4, Fig. E-G).

En resumen, los caracteres del fósil que son más similares con el género *Melochia* (Lámina 3, Fig. G y lámina 4, Fig. B) son la forma de la lámina en el primer tercio de esta, el número de venas basales y la forma de los dientes (Tablas 1 y 2).

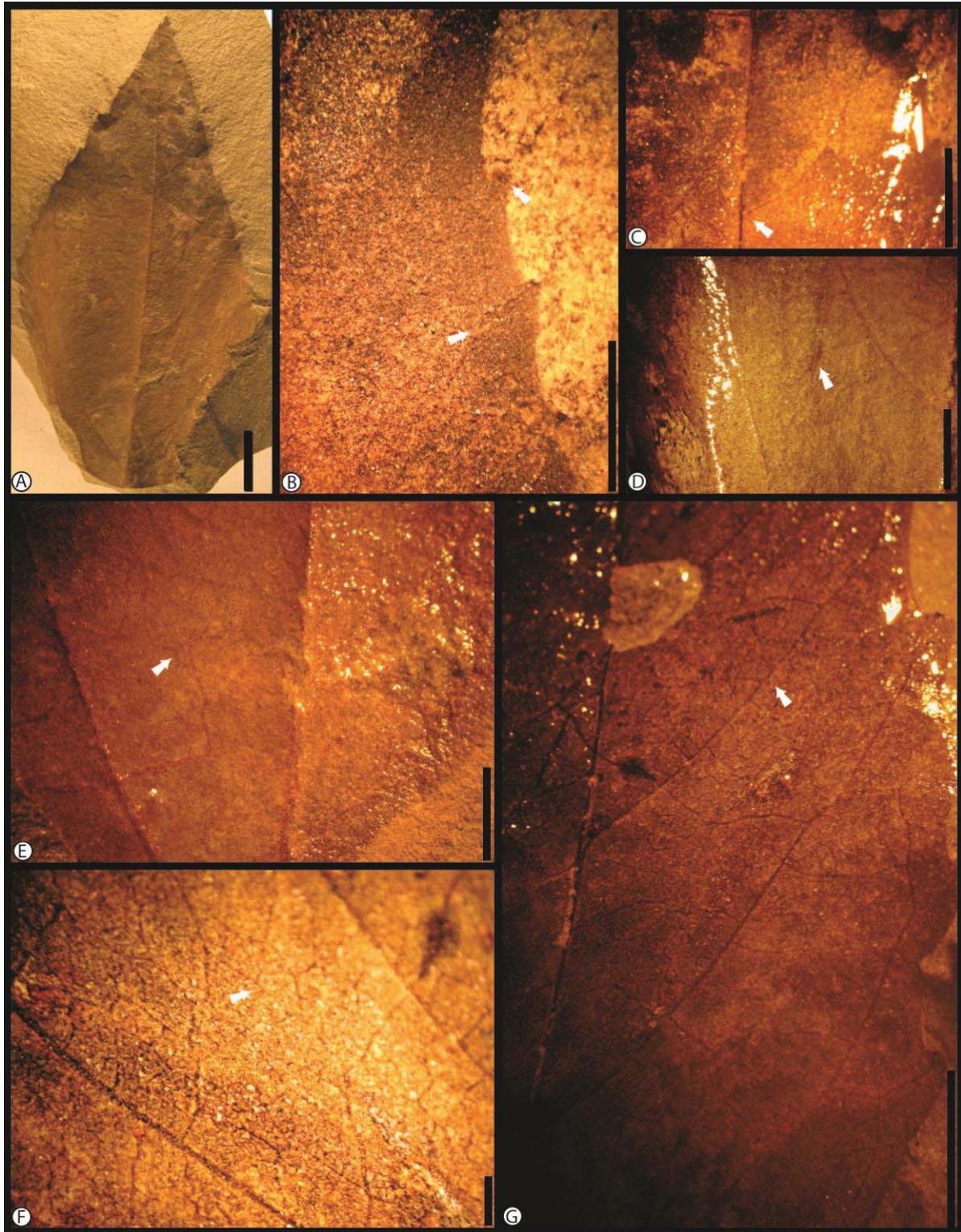


Lámina 1: Morfortipo 8.0, perteneciente a la familia Malvaceae, género *Melochia*; A. Vista general del morfotipo (escala=1cm). B. Venas secundarias mayores semicraspedódromas y dientes con tejido en el ápice (escala=5mm). C. Unión de venas secundarias mayores de tipo deflexa (escala=5mm). D. Venas terciarias intercostales percurrentes mixtas (escala=5mm). E. Venas terciarias epimediales percurrentes opuestas (escala=5mm). F. Venas cuaternarias reticuladas de forma regular (escala=1mm). G. Venas agrófitas de curso semicraspedódromo (escala=5mm).

Subfamilia: Byttnerioideae.

Tribu: Byttneraeae.

Género: *Ayenia* L.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 8.3

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja ovada notófila, peciolo marginal, ápice recto, base convexa, venación primaria palmada, venación secundaria mayor semicraspedódroma con unión a la vena media deflexa, venas terciarias intercostales y epimediales percurrentes opuestas, venas cuaternarias reticuladas; venas agrófitas semicraspedódromas; margen serrado con dientes tipo convexo en el lado distal y recto en el lado proximal, recto en el flanco distal y recto en el proximal y convexo en el flanco distal con convexo en el flanco proximal, sinus redondeado y tejido no específico en el ápice del diente.

Descripción:

Hoja fósil incompleta, de forma ovada, tamaño notófilo, de 10cm de largo y 5cm de ancho, en total 3750mm² de superficie laminar (Lámina 2, Fig. A), con peciolo unido a la lámina de forma marginal; ápice probablemente recto, formando un ángulo agudo de 60°; la base convexa y formando un ángulo agudo de 50°; venación primaria palmada con solo 2 venas basales visibles, formando un ángulo de 42° con respecto a la vena media; venación secundaria mayor semicraspedódroma (Lámina 2, Fig. B), cuyo espaciamiento entre venas aumenta abruptamente de forma proximal hacia la base, la unión de estas es deflexa con la vena media (Lámina 2, Fig. C) y ángulo agudo uniforme a lo largo de la lámina de 41°. Venas terciarias epimediales percurrentes opuestas, en la parte proximal perpendiculares a la vena media y basiflexas, paralelas a las venas terciarias intercostales en el lado distal (Lámina 2, Fig. D), venas terciarias intercostales percurrentes opuestas rectas, formando un ángulo obtuso con respecto a la vena media y sin variación a lo largo de la lámina (Lámina 2, Fig. E); venas cuaternarias forman un retículo irregular (Lámina 2, Fig. F); venas agrófitas compuestas

con curso semicraspedódromo (Lámina 2, Fig. G). Lámina con margen dentado, con dos órdenes de dientes que se distribuyen con un espaciamiento regular y con tres dientes por centímetro, sus formas son principalmente convexo en el lado distal y recto en el lado proximal (cv/st), recto en el flanco distal y recto en el proximal (st/st) y convexo en el flanco distal con convexo en el flanco proximal (cv/cv), el sinus es redondeado y se observa una venación cuaternaria o de altos órdenes entrando al diente y terminando en el ápice de este, que a su vez presenta un tejido no específico, posiblemente de tipo tilado, casidado o esferulado (Lámina 2, Fig. H).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 8.3 al igual que el morfotipo 8.0 se comparó, en el análisis fenético, con especies de distintas familias como: Urticaceae: *Bohemeria*, *Cypholoophus*, *Laportea*, *Maoutia*, *Phenax*, *Pilea*, *Pipturus* y *Urera*; Euphorbiaceae: *Acalypa*, *Alchornea*, *Croton* y *Traga*; la familia Malvaceae, por facilidad en la búsqueda y en el manejo de los datos se empleo la clasificación de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms (1900-1907), tomando como familias separadas a Malvaceae: *Abutilon*, *Alyogyne*, *Bastardia*, *Decaschistia*, *Hibisus*, *Hoheria*, *Malvaviscensis*, *Malvaviscus*, *Pavonia* y *Robinsonella*; Familia Sterculiaceae: *Ayenia*, *Byttneria*, *Commersonia*, *Helicteres*, *Melhania*, *Melochia*, *Physodium*, *Rulingia* y *Waltheria*, y Tiliaceae: *Corchorus*, *Grewia*, *Heiocarpus* y *Trumfetta*, géneros que fueron seleccionadas después de revisar todas las familias en el herbario en línea del (K) Botanical Garden y del Herbario Nacional de México (MEXU). El morfotipo 8.3 fue incluido en el grupo F, subgrupo J (ver figura 5), dónde se agrupa con la especie *Melochia acuminata* de la familia Malvaceae, por lo que con este análisis sólo se tomó la decisión de que pertenece a la familia Malvaceae.

Además de que el análisis fenético dio la pauta para la comparación con la familia Malvaceae, el fósil por comparación directa de los caracteres y descripciones se identificó como parte del género *Ayenia*, los caracteres en común del género actual y el morfotipo fósil son el peciolo marginal, tamaño de la hoja, forma ovada, margen serrado, forma del ápice, venación primaria palmada, la distribución de venas secundarias, la unión de las venas secundarias mayores con la vena media, el patrón de venación terciario percurrente opuesto, los órdenes de dientes y distribución de los mismos; la terminación de la vena principal del diente en una estructura no muy bien definida; caracteres que a su vez son muy constantes en la familia Malvaceae, más específicamente en las subfamilias Byttneroideae y Helicteroideae según la clasificación de APG III .

Aunque se haya visto una constancia en los caracteres observados para las subfamilias Byttnerioideae y Helicteroideae, los caracteres por los que se puede descartar a cada género del morfotipo 8.3 son:

**Bytneria*: El margen en este género es mayormente entero, la base es más ancha y la disposición de las venas secundarias mayores y terciarias intercostales (Lámina 3, Fig. A-E y lámina 4, Fig. A).

**Helicteres*: Se eliminó por la forma de la lámina y la forma del ápice; la disposición y forma de los dientes (Lámina 3, Fig. K y lámina 4, Fig. H).

**Melochia*: No hubo ninguna similitud dado que la base es más ancha y la venación secundaria menor es totalmente diferente a las del fósil (Lámina 3, Fig. G y lámina 4, Fig. B).

**Melhania*: No comparte la venación secundaria menor ni la forma del sinus del diente.

**Physodium*: Difiere en la forma y simetría de la lámina, forma de la base, la distribución de la venación secundaria mayor y forma de los dientes (Lámina 3, Fig. H e I).

**Rulingia*: Ángulo de la base, espaciamiento de secundarias mayores, venación terciaria, presencia de venas intersecundarias y morfología de los dientes (Lámina 4, Fig. D).

**Waltheria* difiere en que en este género las hojas son muy pequeñas, la forma del ápice, forma de la base, venación secundaria mayor y menor de diferente curso, así como la distribución de las venas secundarias y la forma y disposición de los dientes es distinta (Lámina 3, Fig. J y lámina 4, fig. E-G).

En resumen, los caracteres que son más parecidos de la hoja fósil con la hoja del género *Ayenia* (Lámina 3, Fig. A-E y lámina 4, Fig. A) son las venas secundarias semicraspedódromas, venación cuaternaria con un patrón reticulado irregular, venas secundarias menores de curso semicraspedódromo y los 2 órdenes de dientes (Tablas 1 y 2).

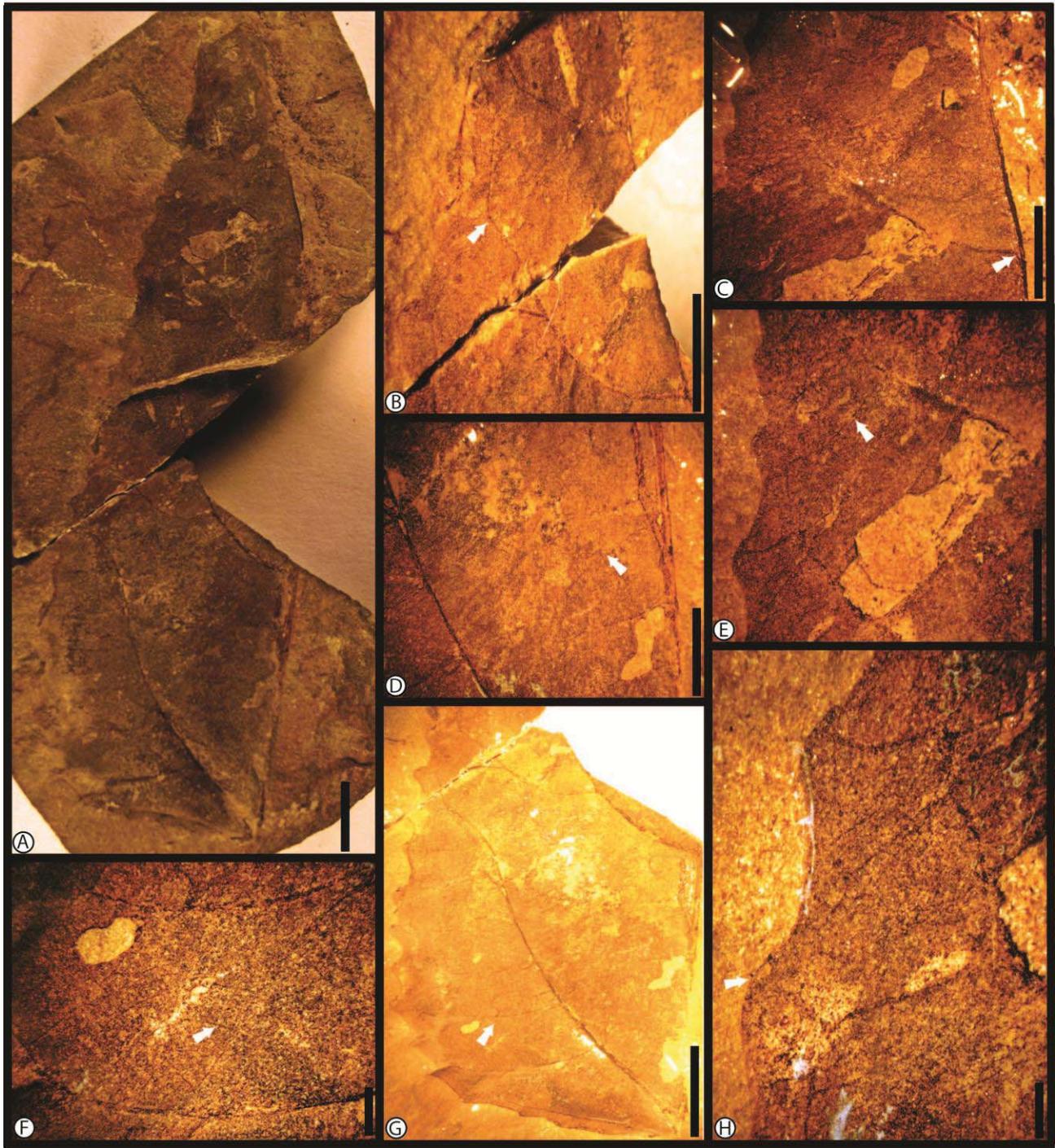


Lámina 2: Morfotipo 8.3, perteneciente a la familia Malvaceae, género *Ayenia*; A. Vista general del morfotipo (escala=1cm). B. Venas secundarias mayores broquidódromas (escala=5mm). C. Unión de venas secundarias mayores de tipo deflexa (escala = 5mm). D. Venas terciarias epimediales percurrentes opuestas (escala=5mm). E. Venas terciarias intercostales percurrentes opuestas rectas (escala=5mm). F. Venas cuaternarias reticuladas de forma irregular (escala=1mm). G. Venas agrófitas semicraspedódromas (escala=1cm). H. Dientes de tipo cv/cv con tejido en el ápice (escala=1mm).

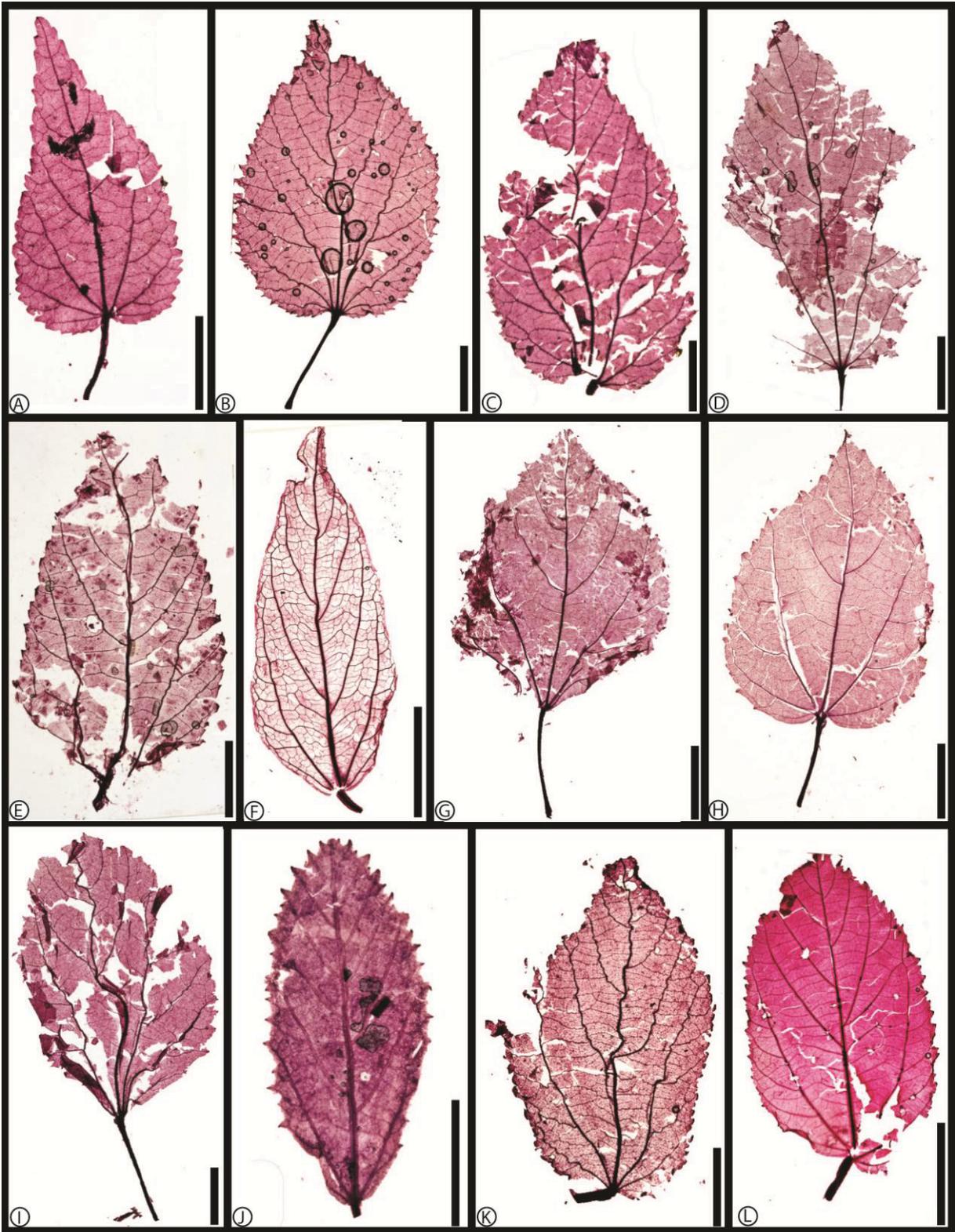


Lámina 3: Hojas aclaradas de distintas especies de la familia Malvaceae, subfamilias Byttnerioideae A-J y Domeyoideae K-L; A. *Ayenia jaliscana* (escala=1cm). B. *Ayenia palmeri* (escala=1cm). C. *Ayenia magna* (escala=1cm). D. *Ayenia micrantha* (escala=1cm). E. *Ayenia neglecta* (escala=1cm). F. *Byttneria filipes* (escala=1cm). G. *Melochia adenoedes* (escala=1cm). H. *Physodium adenoedes* (escala=1cm). I. *Physodium dubium* (escala=1cm). J. *Waltheria coriacea* (escala=5mm). K. *Helicteres guazumaefolia* (escala 1cm). L. *Helicteres bravensis* (escala=1cm).

Tabla 1: Comparación de los morfotipos 8 y 8.3 con hojas aclaradas pertenecientes a la familia Malvaceae, subfamilias Byttneroideae y Helicteroideae, obtenidas en el Herbario MEXU.

Subfamilia	Fósil		Byttneroideae										Helicteroideae	
Especie	8	8.3	<i>Ayenia jaliscana</i> S.Watson	<i>Ayenia palmeri</i> S. Watson	<i>Ayenia magna</i> L.	<i>Ayenia micrantha</i> Standl.	<i>Ayenia neglecta</i> Cristóbal	<i>Byttneria filipes</i> Marl. ex K. Schum.	<i>Melochia adenodes</i> Goldberg	<i>Physodium adenoides</i> . (Goldberg) Fryxell	<i>Physodium dubium</i> Hrmsl.	<i>Waltheria coriacea</i> Fryxell	<i>Helicteres guazumaefolia</i> Kunth	<i>Helicteres bravensis</i> Jacq.
Unión de la lámina	Marginal.	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal
Tamaño de lámina	Notófila	Notófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila	Notófila	Micrófila	Micrófila	Nanófila	Micrófila.	Micrófila
L:W	9 : 4,5	10 : 5	3.5 : 1.8	4.5 : 3	4 : 2.3	5.2 : 3.5	4.2 : 2.4	3.6 : 1.4	6.9 : 5	4.4 : 2.6	5.3 : 3.6	2.7 : 1.2	05:03	3.8 : 2.2
Área de la lámina en mm ²	3037.5	3750	472.5	1012.5	690	1365	756	178	2587.5	858	1431	243	1125	627
Forma de la lámina	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Oblonga	Ovada	Ovada	Ovada	Oblonga
Simetría de la lámina	Simétrica	-----	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica
Forma del ápice	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Entero	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado
Tipo de margen	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Recto	Recto	Recto	Convexo	Redondeado	Recto
Ángulo del ápice	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Obtuso
Ángulo del ápice en grados	49	60	37	60	48	59	58	45	77	58	80	64	63	100
Forma de la base	-----	Convexa	Cordada	Redondeada	Redondeada	Redondeada	Convexa	Convexa	Cóncava	Cordada	Cóncava	Redondeada	Convexa	Cordada
Simetría de la base	-----	-----	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Asimétrica
Ángulo de la base	Agudo	Agudo	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso
Ángulo de la base en grados	57	50	120	128	127	123	120	107	120	144	121	105	122	119
Venación primaria	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal
Número de venas basales	3	3	7	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Venación secundaria mayor	Semi-craspedódroma	Broquidódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Craspedódroma	Semi-craspedódroma	Cladódroma	Craspedódroma	Semi-craspedódroma
Espaciamiento de secundarias mayores	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal.	Aumenta abruptamente de forma proximal	Regular	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal					

Subfamilia	Fósil		Byttnerioideae										Helicteroideae	
Especie	8	8.3	<i>Ayenia jaliscana</i>	<i>Ayenia palmeri</i>	<i>Ayenia magna</i>	<i>Ayenia micrantha</i>	<i>Ayenia neglecta</i>	<i>Byttneria filipes</i>	<i>Melochia adenoedes</i>	<i>Physodium adenoedes.</i>	<i>Physodium dubium</i>	<i>Waltheria coriacea</i>	<i>Helicteres guazumaefolia</i>	<i>Helicteres bravensis</i>
Variación del ángulo de las secundarias mayores	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme
Venas intersecundarias	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Venas terciarias intercostales	Mixtas, opuestas rectas y sinuosas	Percurrentes opuestas rectas, ángulo obtuso	Mixtas, percurrentes opuestas rectas y sinuosas, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas convexas, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Mixtas, percurrentes opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas rectas, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas formando un chevrón, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Percurrentes opuestas convexas, ángulo obtuso
Variación del ángulo de las terciarias intercostales	Consistente	----	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente
Terciarias epimediales	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas	Percurrentes opuestas
Venas cuaternarias	Reticulada irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado irregular	Reticulado regular	Reticulado regular	----	Reticulado regular	Reticulado irregular	Reticulado regular
Curso de secundarias menores	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Craspedódromo	Craspedódromo	----	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Craspedódromo	Craspedódromo	Semi-craspedódromo
Espaciamiento entre dientes	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	----	----	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Número de órdenes de dientes	2	2	2	2	2	2	2	----	----	2	2	2	1	2
Número de dientes por centímetro	3	3	9	7	7	5	6	----	----	5	4	9	8	10
Forma del diente	ST/CV, CC/CV	ST/ST, CV/CV, CV/ST	CV/CV, CV/ST, ST/FL	CC/F, FL/FL, ST/ST	CV/ST, FL/ST, FL/FL	FL/FL, FL/CV	CV/CC, ST/ST	----	----	ST/ST, ST/CC, ST/RT	ST/ST, ST/FL, FL/FL	CC/CC	CC/CC, ST/CC	ST/ST, ST/CV
Forma del sinus	Redondeado	Redondeado	Angular	Ambos	Angular	Redondeado	Angular	----	----	Redondeado	Angular	Redondeado	Angular	Angular
Vena principal	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	----	----	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Terminación de la vena principal	Flanco distal.	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	----	----	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice
Características especiales del ápice del diente	No específico	No específico	No específico	No específico	No específico	No específico	No específico	----	----	No específico	No específico	No específico	----	No específico

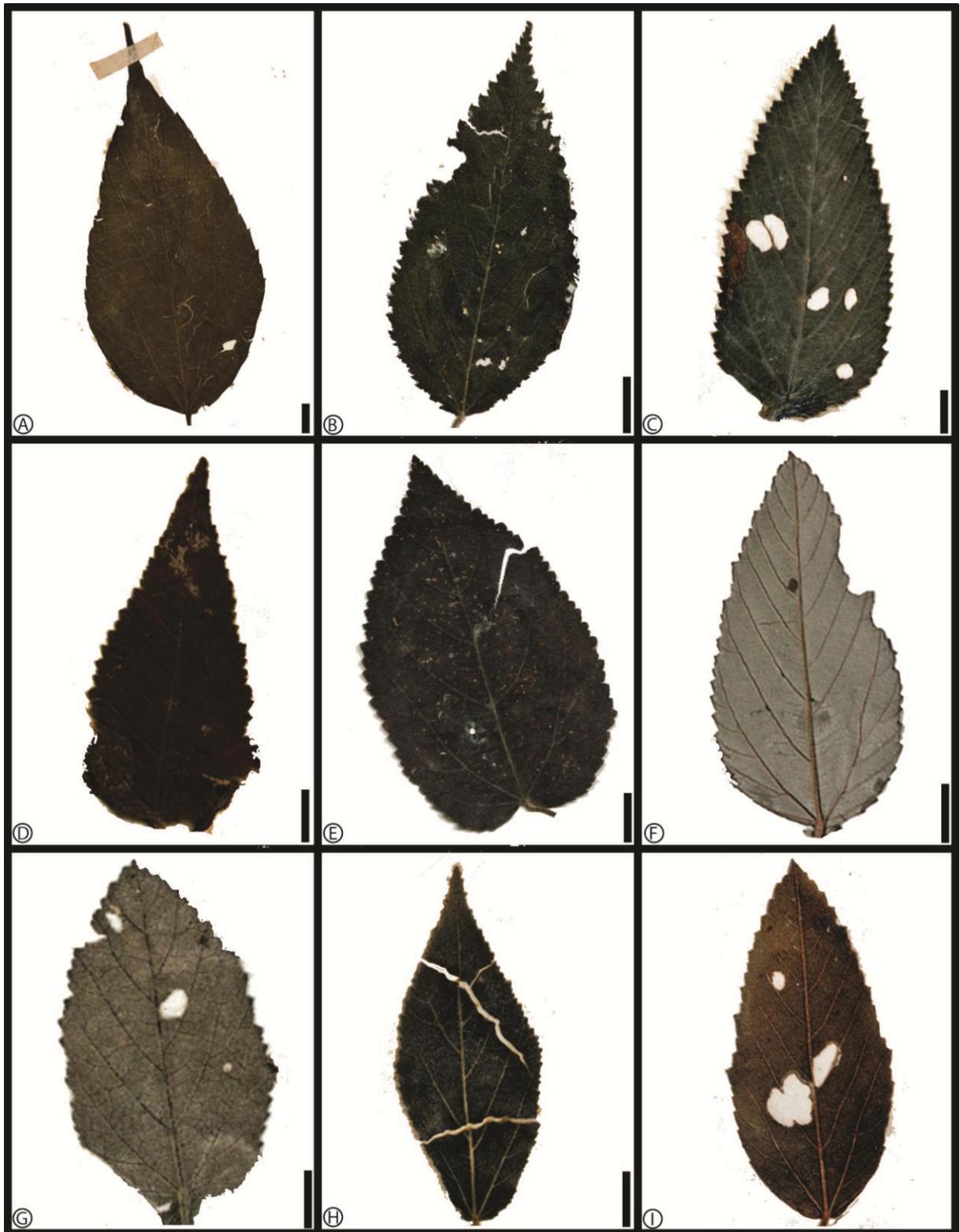


Lámina 4: Hojas pertenecientes a la familia Malvaceae, subfamilias Byttnerioideae A-G, Domeyoideae H y Helicteroideae I, obtenidas del Herbario Kew, que se encuentran incluidas en el análisis fenético. A. *Byttneria beyrihiana*, (escala=1cm). B. *Melochia gadneri* (escala=1cm). C. *Melhania Hassleriana* (escala=1cm). D. *Rulingia pannosa* (escala=1cm). E. *Waltheria involicrata* (escala=1cm). F. *Waltheria lundeliana* (escala=1cm). G. *Waltheria petiolata* (escala=1cm). H. *Helicteres hirsuta* (escala=1cm). I. *Melhania acuminata* (sin escala).

Tabla 2: Comparación de los morfotipos 8. y 8.3 con hojas pertenecientes a la familia Malvaceae, subfamilias Bytnerioideae y Dombeyoideae, obtenidas del Herbario Kew.

Subfamilia	Fósil		Bytnerioideae						Helicteroideae		Dombeyoideae
	8	8.3	<i>Bytneria beyrichiana</i> K. Schum.	<i>Melochia gardneri</i> Sprague	<i>Melochia hassleriana</i> Chodat	<i>Rulingia pinnosa</i> R. Br.	<i>Waltheria involucrata</i> Benth.	<i>Waltheria lundiana</i> J. G. Saunders	<i>Waltheria parbolata</i> K. Schum.	<i>Helicteres hirsuta</i> Lour.	<i>Melhantha acuminata</i> Mast.
Espece	8	8.3	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal
Unión de la lámina	Notófila	Notófila	Notófila	Notófila	Notófila	Micrófila	Notófila	Micrófila	Micrófila	Notófila	-----
Tamaño de lámina	09:04.5	10:05	10:04.5	16:07	7.5 : 3	06:02.5	7.5 : 4.5	06:02.5	4.5 : 2.5	9.5 : 4	-----
Área de la lámina en mm ²	3037.5	3750	3375	8400	1687.5	1125	2331.2	1125	776.2	2850	-----
Forma de la lámina	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada
Simetría de la lámina	Simétrica	-----	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica
Tipo de margen	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado
Forma del ápice	Recto	Recto	Acuminado	Acuminado	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Acuminado	Recto
Ángulo del ápice	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo
Ángulo del ápice en grados	49	60	32	42	46	37	66	58	60	51	61
Forma de la base	-----	Convexa	Convexa	Redondeada	Redondeada	Redondeada	Redondeada	Redondeada	Redondeada	Convexa	Convexa
Simetría de la base	-----	-----	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica
Ángulo de la base	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Obtuso	Obtuso	Agudo	Obtuso	Agudo	Agudo
Ángulo de la base en grados	57	50	64	83	86	120	99	89	111	74	73
Venación primaria	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal
Número de venas basales	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3
Venación secundaria mayor	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Craspedódroma	Craspedódroma	Craspedódroma	Semi-craspedódroma	Craspedódroma	Craspedódroma	Cladódroma	Craspedódroma	Craspedódroma
Unión de secundarias mayores	Deflexa	Deflexa	Deflexa	Deflexa	Excurrente	Excurrente	Deflexa	Deflexa	Excurrente	Excurrente	Deflexa
Espaciamiento de secundarias mayores	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta gradualmente de forma proximal	Aumenta gradualmente de forma proximal	Aumenta gradualmente de forma proximal	Irregular	Aumenta regularmente de forma proximal	Aumenta regularmente de forma proximal	Regular	Regular	Aumenta gradualmente de forma proximal
Venas terciarias intercostales	Mixtas, opuestas rectas y sinuosas	Percurrentes opuestas rectas, ángulo obtuso	Percurrente opuesto recto ángulo obtuso	Percurrente opuesto recto; ángulo agudo	Percurrente opuesto convexo, ángulo obtuso	Percurrente opuestas rectas; ángulo obtuso	Percurrente opuesto convexo; ángulo obtuso	Mixtas; percurrentes opuestas sinuoso, ángulo obtuso	Recticulado irregular	Mixtas; Percurrente opuesto sinuoso, de ángulo obtuso	Percurrente opuesto convexo, ángulo obtuso

Subfamilia	Fósil		Bytneroiidae						Helicteroideae	Dombeyoideae	
Especie	8	8.3	<i>Bittneria beyrichiana</i>	<i>Melochia gardneri</i>	<i>Melochia hassleriana</i>	<i>Rullingeria pumosa</i>	<i>Waltheria involucreata</i>	<i>Waltheria lundeliana</i>	<i>Waltheria petiolata</i>	<i>Helicteres hirsuta</i>	<i>Melhanina acuminata</i>
Venas intersecundarias	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Paralelas a las secundarias mayores, de longitud menor al 50% , curso distal paralelo a las secundarias mayores, menos de una por área intercostal	Ausentes	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% del largo de las secundarias, reticuladas o ramificadas.	Ausentes	Ausente	Ausente	Ausentes	Ausente
Variación del ángulo de las terciarias intercostales	Consistente	-----	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	-----	Consistente	Consistente
Terciarias epimediales	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Reticulado	Percurrentes alternas	-----
Venas cuaternarias	Reticulada irregular	Reticulado irregular	Reticulado regular	-----	-----	-----	-----	-----	Reticulada irregular	Reticulado regular	-----
Venas agrófitas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Simples	Simples
Curso de secundarias menores	Semi-craspedóromo	Semi-craspedóromo	Craspedóromo	Craspedóromo	Craspedóromo	Semi-craspedóromo	Craspedóromo	Craspedóromo	Craspedóromo	Craspedóromo	Craspedóromo
Espaciamiento entre dientes	Regular	Regular	Regular	Irregular.	Regular	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Regular
Número de ordenes de dientes	2	2	2	3	3	3	3	4	3	3	2
Número de dientes por centímetro	3	3	3	3	5	4	3	4	6	5	-----
Forma del diente	ST/CV, CC/CV.	ST/ST, CV/CV, CV/ST	ST/ST, ST/FL	FL/CV, ST/RT, ST/ST	CC/ST, ST/ST, CC/CC	ST/ST, CC/CC, CC/CC	CV/ST, ST/FL, CV/CV	ST/CC, ST/ST, ST/RT	ST/CV, ST/ST	ST/CV, ST/CC	CC/CV, CV/ST, ST/ST
Forma del sinus	Redondeado	Redondeado	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular
Vena principal	Presente	Presente	Presente	-----	Presente	Presente	-----	Presente	Presente	-----	-----
Terminación de la vena principal	Flanco distal	Ápice	Ápice	-----	Flanco distal	Ápice	-----	Flanco proximal	Ápice	-----	-----
Características especiales del ápice del diente	No específico	No específico	No específico	No específico	-----	-----	-----	No específico	No específico	-----	No específico

Subfamilia: Malvoideae.

Tribu: Hibisceae.

Género: *Hibiscus* L.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 8.1

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja ovada, notófila, peciolo marginal, base convexa, venación primaria palmada actinódroma basal. Venación secundaria mayor con unión a la vena media decurrente, venas intersecundarias cortas y paralelas a las secundarias mayores; venas terciarias intercostales percurrentes opuestas, venas terciarias epimediales mixtas; venación de cuarto y quinto orden reticuladas regular, vénulas y areolas pobremente desarrolladas; venas agrófitas semicraspedódromas; margen dentado, dientes diferentes en el ápice y en la base, dientes tipo cóncavo-convexo y cóncavo-cóncavo, sinus redondeado y ápice del diente con tejido no específico.

Descripción:

Hoja fósil incompleta, con solo $\frac{3}{4}$ de la lámina preservada, ligeramente asimétrica, de forma ovada, notófila de 10.5 cm de largo y 5 cm de ancho, 3937.5 mm² de área laminar (Lámina 5, Fig. A), peciolo unido de forma marginal. Ápice no visible, base convexa formando un ángulo agudo de 68°. Venación primaria palmada actinódroma basal con 5 venas basales de las cuales dos son principales y forman un ángulo agudo de 32° con respecto a la vena media (Lámina 5, Fig. B). Venación secundaria mayor con espaciamiento que aumenta abruptamente de forma proximal hacia la base; estas venas se unen de forma decurrente a la vena media formando un ángulo agudo de 70° (Lámina 5, Fig. D) que se mantiene uniforme a lo largo de la lámina; venas intersecundarias presentes, paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas y se ramifican formando dos venas del calibre de las venas terciaria (Lámina 5, Fig. C). Venas terciarias epimediales mixtas, perpendiculares a la vena media en la parte proximal y basiflexas en el lado

distal (Lámina 5, Fig. E), venas terciarias intercostales percurrentes, opuestas, sinuosas, formando un ángulo obtuso con respecto a la vena media (Lámina 5, Fig. F); venas de cuarto y quinto orden reticuladas de forma irregular; en algunos puntos de la lámina es posible observar vénulas y areolas pobremente desarrolladas originadas por órdenes de venación mayor (Lámina 5, Fig. D); venas agrófitas con curso semicraspedódromo (Lámina 5, Fig. G). Margen dentado con por lo menos dos órdenes de dientes. En la base de la lámina, los dientes son pequeños, con 1.5 dientes por centímetro, sinus redondeado, y forma cóncavo-convexo (cc/cv) y cóncavo-cóncavo (cc/cc), las venas principales que entran al diente, son terciarias que terminan en el ápice de estos; en algunos ápices de los dientes es posible observar venas accesorias de curso convexo (Lámina 5, Fig. H); sólo es posible observar un diente más próximo al ápice, este diente es de mayor tamaño que los de la base, con sinus redondeado y forma cóncavo-cóncavo (cv/cv), se observan venas principales que corresponden a venas terciarias que terminan en el ápice de este y venas accesorias con curso convexo; el diente presenta en el ápice tejido no específico (Lámina 5, Fig. J).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 8.1, se comparó en el análisis fenético al igual que a los dos morfotipos anteriores, con algunos de los géneros y especies de las familias Urticaceae: *Bohemeria*, *Cypholoophus*, *Laportea*, *Maoutia*, *Phenax*, *Pilea*, *Pipturus* y *Urera*; de la familia Euphorbiaceae: *Acalypha*, *Alchornea*, *Croton* y *Traga*; de la familia Malvaceae, por facilidad en la búsqueda de las especies en los ejemplares de herbario y en el manejo de los datos se tomo en cuenta la clasificación de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms (1900-1907) tomando como familias separadas a Malvaceae: *Abutilon*, *Alyogyne*, *Bastardia*, *Decaschistia*, *Hibiscus*, *Hoheria*, *Malvaviscensis*, *Malvaviscus*, *Pavonia* y *Robinsonella*; Familia Sterculiaceae: *Ayenia*, *Byttneria*, *Commersonia*, *Helicteres*, *Melhania*, *Melochia*, *Physodium*, *Rulingia* y *Waltheria*, y Tiliaceae: *Corchorus*, *Grewia*, *Heiocarpus* y *Trumfetta*; estas especies se revisaron del herbario en línea de Kew Botanical Garden y el MEXU. Después del análisis fenético, el morfotipo 8.0 se agrupa por mayor similitud junto a la especie *Hibiscus Kochii* en el grupo D.

El fósil se compara con el género *Hibiscus*, dado que al comparar los caracteres morfológicos del fósil con las hojas actuales, es con esta especie el fósil tiene gran cantidad de caracteres similares como son el peciolo marginal, la forma ovada, la ligera asimetría de la base, margen serrado, forma de la base, venación primaria palmada, número de venas basales, la venación secundaria mayor, la

presencia de venas intersecundarias y la forma y disposición de los dientes; caracteres que a su vez son muy constantes en la familia Malvaceae, más específicamente en las subfamilia Malvoideae según la clasificación de APG III (Tabla 2).

Aunque se haya visto una constancia en los caracteres observados para la subfamilia Malvoideae, los caracteres morfológicos que permiten descartar a las especies con las que se comparó el morfotipo 8.1, por los que se puede descartar a cada género para el morfotipo 8.1 son:

**Abutilon*: La simetría de la lámina, forma de la base y falta de venas intersecundarias (Lámina 7, Fig. A-E).

**Alyogyne*: La simetría de la lámina, carencia de venas intersecundarias y disposición y forma de los dientes (Lámina 7, Fig. F).

**Bastardia*: El margen crenado, la simetría de la base, forma de la base, venas basales y carece de venas intersecundarias (Lámina 6, Fig. A).

**Decaschistia*: Simetría de la lámina, carece de venas intersecundarias y forma de los dientes (Lámina 7, Fig. G).

**Hoheria*: La forma de la lámina, la simetría de la lámina y de la base, las venas basales, carece de venas intersecundarias y la forma del sinus del diente (Lámina 6, Fig. E).

**Malvaviscensis*: El margen crenado, el ancho de la base, carece de venas intersecundarias y la forma del sinus del diente (Lámina 6, Fig. F).

**Malvaviscus*: La unión de las venas secundarias, y carencia de venas intersecundarias (Lámina 6, Fig. G).

**Pavonia*: La forma de la hoja, la forma de la base y carece de venas intersecundarias (Lámina 6, Fig. H-J y Lámina 7, Fig. K).

**Peltaea*: Difiere en la simetría de la lámina, el ancho de la base y carece de venas intersecundarias (Lámina 6, Fig. K).

**Robinsonella*: Forma de la base y carece de venas intersecundarias (Lámina 6, Fig. L).

En resumen, los caracteres que unen más al morfotipo 8.1 con el género *Hibiscus* (Lámina 6, Fig. B-D y lámina 7, Fig. H-J) son la forma de la base y la presencia de venas intersecundarias (Tabla 3).

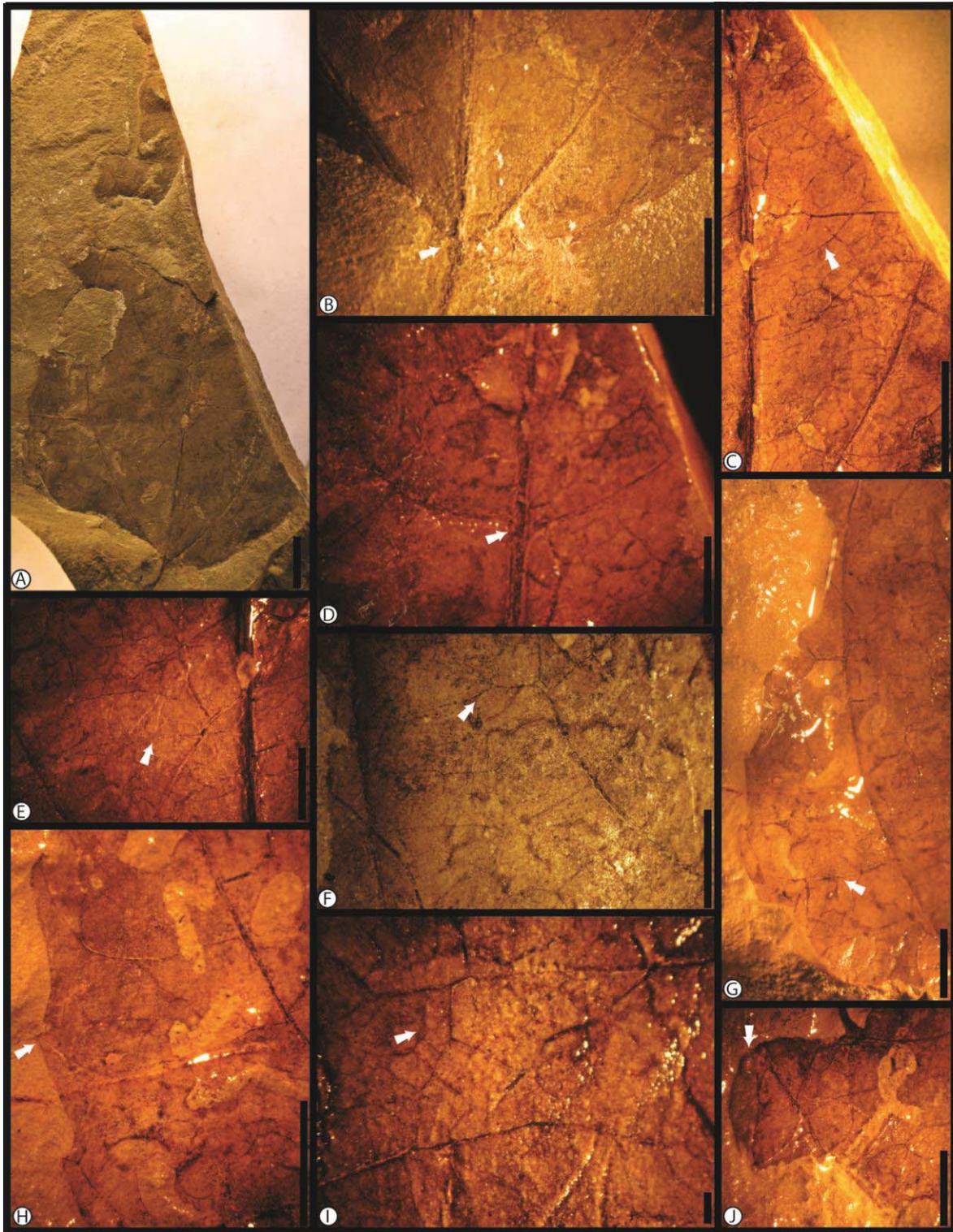


Lámina 5: Morfotipo 8.1, perteneciente a la familia Malvaceae, género *Hibiscus*; A. Vista general del morfotipo (escala=1cm). B. Base con 5 venas basales (escala=5mm). C. Venas intersecundarias ramificadas (escala=1cm). D. Unión de venas secundarias mayores de tipo decurrente (escala=5mm). E. Venas terciarias epimediales mixtas (escala=5mm). F. Vena terciarias intercostales percurrentes, opuestas, sinuosas (escala=5mm). G. Venas agrófitas semicraspedódromas (escala=5mm). H. Dientes proximales a la base de forma cv/cc (escala=5mm). I. Altos ordenes de venación formando areolas pobremente desarrolladas (escala=1mm). J. Dientes distales a la base de forma cv/cc (escala=5mm).

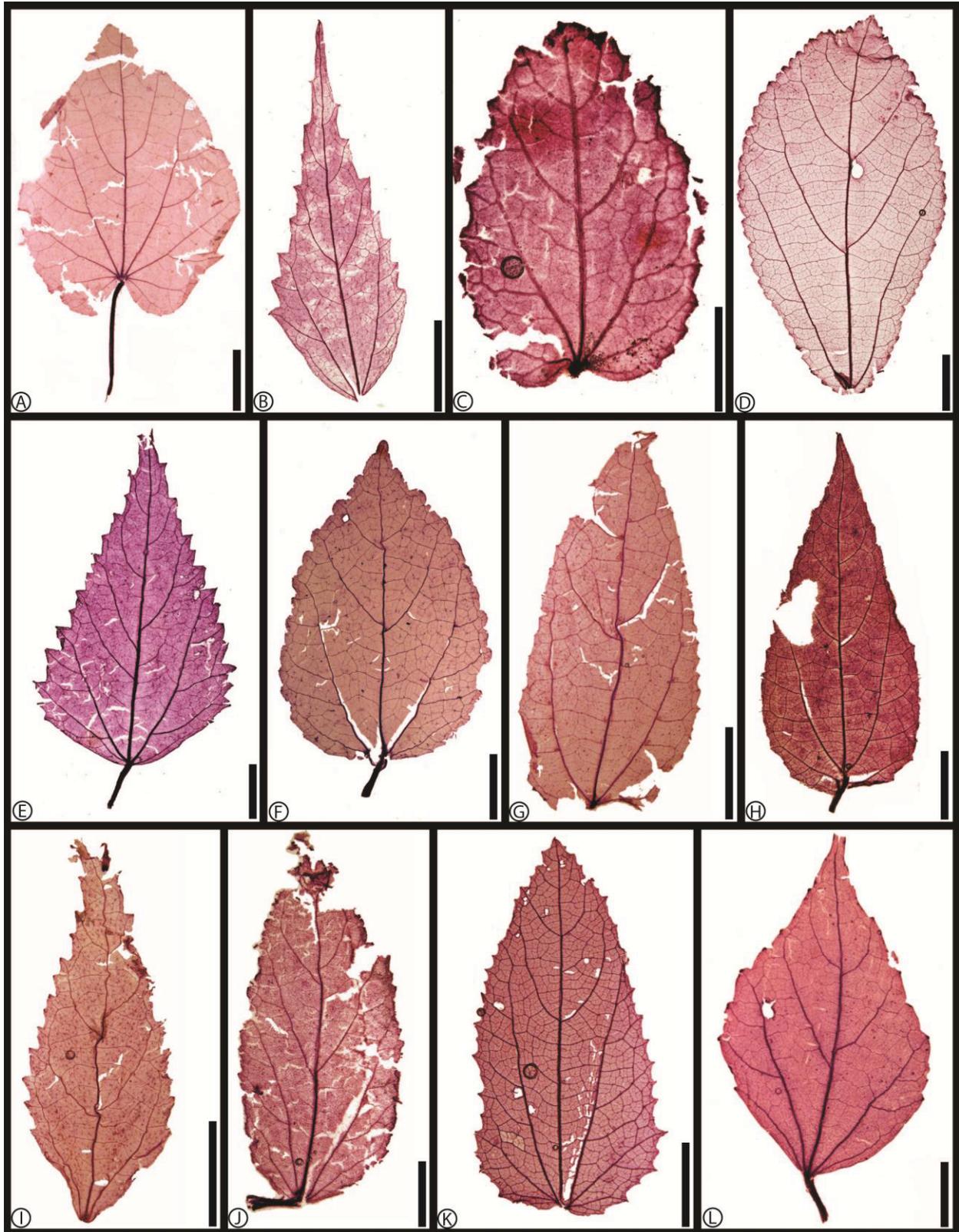


Lámina 6: Hojas aclaradas de distintas especies de la familia Malvaceae, subfamilia Malvoideae; A. *Bastardia viscosa* (escala=1cm). B. *Hibiscus kochii* (escala=1cm). C. *Hibiscus longifilus* (escala=5mm). D. *Hibiscus phoeniceus* (escala=5mm). E. *Hoheria populnea* (escala=5mm). F. *Malvaviscensis arboreus* (escala=1cm). G. *Malvaviscensis lanceolatus* (escala=1cm). H. *Pavonia nayarensis* (escala=1cm). I. *Pavonia sepium* (escala=1cm). J. *Pavonia submutica* (escala=1cm). K. *Peltaea edoardii* (escala=1cm). L. *Robinsonella cordata* (escala=5mm).

***Tabla 3:** Comparación de los morfotipos 8 y 8.3 con hojas aclaradas pertenecientes a la familia Malvaceae, subfamilias Malvoideae, obtenidas en el Herbario MEXU.

Subfamilia	Fósil	Malvoideae											
Especie	8.1	<i>Bastardia viscosa</i> (L.) Kunth	<i>Hibiscus kochii</i> Fryxell	<i>Hibiscus longifolius</i> Fryxell	<i>Hibiscus phoeniceus</i> Willd.	<i>Hoteria populnea</i> A. Cunn.	<i>Malvaviscus arboreus</i> Fryxell	<i>Malvaviscus lanceolatus</i> Rose	<i>Pavonia nayarensis</i> Fryxell	<i>Pavonia sepium</i> A. St.- Hil	<i>Pavonia sbmatica</i> Fryxell	<i>Peltaea edoardii</i> Fryxell	<i>Robinsonella cordata</i> Rose & Baker f.
Unión de la lámina	Marginal	Marginal	Marginal		Marginal								
Tamaño de lámina	Notófila	Micrófila	Micrófila	Nanófila	Micrófila								
L:W	10.5 : 5	4 :3	4.5 : 1.5	2.3 : 1.4	3.6 : 2.2	4.4 :2.1	5.5 : 3.6	5.2 : 2.4	6.3 : 2.7	4.4 :1.7	5.6 : 2.3	4.2 : 1.9	3.3 :2
Área de la lámina en mm2	3937.5	900	506.25	241.5	594	693	1485	936	1275.75	561	966	598.5	495
Forma de la lámina	Ovada	Ovada	Ovada	Oblonga	Ovada	Obovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Oblonga	Ovada	Ovada
Simetría de la lámina	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica										
Lobación	Ausente												
Tipo de margen	Serrado	Crenado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Crenado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado
Forma del ápice	Convexo	Recto	Recto	Acuminado	Recto	Acuminado	Recto						
Ángulo del ápice	Agudo												
Ángulo del ápice en grados	68	70	16	78	40	70	62	57	35	23	45	54	43
Simetría de la base	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica
Forma de la base	Convexa	Cordada	Convexa	Cordada	Convexa	Convexa	Convexa	Convexa	Convexa	Cuneada	Convexa	Convexa	
Ángulo de la base	Agudo	Obtuso	Agudo	Obtuso									
Ángulo de la base en grados	68	130	81	139	110	96	126	132	131	83	104	119	113
Venación primaria	Palmada actinódroma basal												
Número de venas basales	5	9	5	3	5	3	3	3	5	3	5	5	3
Venación secundaria mayor	----	Broquidódroma	Broquidódroma	Semi-craspedódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Semi-craspedódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma
Espaciamiento de secundarias mayores	Aumenta abruptamente de forma proximal												
Unión de secundarias mayores	Decurrente	Deflexa											
Secundarias interiores	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausente	Ausentes							

Subfamilia	Fósil	Malvoideae											
Especie	8.1	<i>Bastardia viscosa</i>	<i>Hibiscus kochii</i>	<i>Hibiscus longifilus</i>	<i>Hibiscus phoeniceus</i>	<i>Hoteria populnea</i>	<i>Malvaviscensis arboreus</i>	<i>Malvaviscus lanceolatus</i>	<i>Pavonia nayarensis</i>	<i>Pavonia sepium</i>	<i>Pavonia sbmatica</i>	<i>Peltaea edoardii</i>	<i>Robinsonella cordata</i>
Venas intersecundarias	Paralelas a secundarias mayores, menores del 50% del largo de las secundarias mayores, se ramifica	Ausentes	Ausentes	Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Venas terciarias intercostales	Percurrentes opuestas, sinuosas	Mixtas, opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Mixtas, opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Reticulada	Mixtas, opuestas sinuosas, ángulo obtuso	Opuestas percurrentes sinuosas, ángulo obtuso	Opuestas percurrentes sinuosas, ángulo obtuso	Opuestas percurrentes sinuosas, ángulo obtuso	Mixtas, opuestas sinuosas, ángulo obtuso				
Variación del ángulo de las terciarias intercostales	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente
Terciarias epimediales	Mixtas	Opuestas percurrentes	Opuestas percurrentes	Reticulada	Opuesta percurrente	Opuesta percurrente	Opuesta percurrente	Opuesta percurrente	Opuesta percurrente	Opuesta percurrente	Opuesta percurrente	Opuesta percurrente	Opuesta percurrente
Venas cuaternarias	Reticulado regular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado regular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular	Reticulado irregular
Venas agrófitas	Presentes	Compuestas	Simple	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas
Curso de secundarias menores	-----	Semi-craspedódroma	Craspedódroma	Simple broquidódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Simple broquidódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma
Espaciamiento entre dientes	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Número de ordenes de dientes	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2
Número de dientes por centímetro	1.5	2	2.5	6	7	5	3	4	2	4	6	4	4
Forma del sinus	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Angular	Angular	Angular	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Angular	Redondeado	Angular
Forma del diente	CC/CV, CC/CC y CV/CV	CV/CV	ST/ST	CC/CC	CC/CC, CC/CV, ST/ST	CC/CC, CV/CC, CC/CV	CC/CC, CV/CC, CC/CV	CC/CC, CV/CC, CC/CV	CC/CC, CC/CV, ST/ST	CC/CV, CV/ST, ST/ST	ST/ST, ST/FL, FL/FL	CC/CC, CC/ST, ST/ST	CC/CC, CC/FL
Vena principal	Presente	-----	Presente	Presente	Presentes	Presente	Secundarias y terciarias	Secundarias y terciarias	Secundarias y terciarias	Secundarias y terciarias	Secundarias, terciarias y cuaternarias	Secundarias y terciarias	Secundarias y terciarias
Terminación de la vena principal	Ápice	-----	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice
Características especiales del ápice del diente	No específico	No específico	No específico	-----	No específico	No específico	No específico	No específico	No específico	No específico	No específico	No específico	No específico

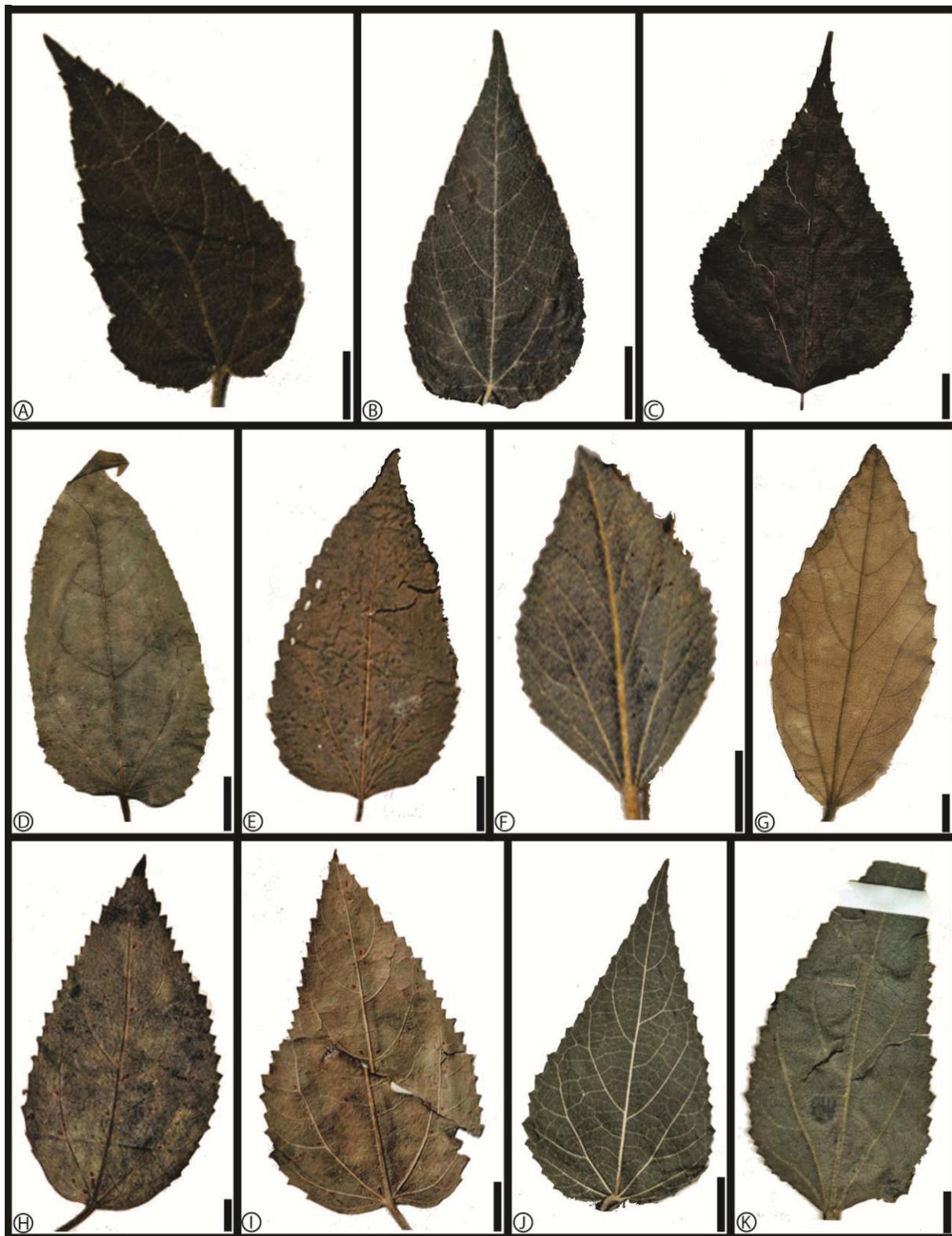


Lámina 7: Hojas aclaradas de distintas especies de la familia Malvaceae; A. *Abutilon cymosum* (escala=1cm). B. *Abutilon ellipticum* (escala=1cm). C. *Abutilon globiflorum* (escala=5mm). D. *Abutilon inaequale* (escala=5mm). E. *Abutilon schenckii* (escala=5mm). F. *Alyogyne cravenii* (escala=1cm). G. *Decaschisia crotonifolia* (escala=1cm). H. *Hibiscus loandensis* (escala=1cm). I. *Hibiscus rhabdotospermus* (escala=1cm). J. *Hibiscus tenori* (escala=1cm). K. *Pavonia canamonensis* (escala=1cm).

Tabla 4: Comparción de los morfotipos 8.1 con hojas pertenecientes a la familia Malvaceae, subfamilias Malvoideae, obtenidas en el Herbario Kew.

Subfamilia	Fósil	Malvoideae									
Especie	8.1	<i>Abutilon cymosum</i> Triana & Planch.	<i>Abutilon ellipticum</i> Schltdt.	<i>Abutilon inaequale</i> (Link & Otto) K. Schum.	<i>Abutilon schenckii</i> Fryxell	<i>Alyogyne cravenii</i> Fryxell	<i>Decaschistia crotonifolia</i> Wight & Arn.	<i>Hibiscus loandensis</i> Hiern	<i>Hibiscus rhabadotospermus</i> Garcke	<i>Hibiscus tenorii</i> Fryxell	<i>Pavonia canaminensis</i> Rubsy
Unión de la lámina	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal
Tamaño de lámina	Notófila	Notófila	Micrófila	Notófila	Micrófila	Micrófila	Notófila	Micrófila	Notófila	Notófila	Micrófila
L:W	10.5 : 5	07:03	06:03	14:05	08:03	2.5 : 2	12 : 5.5	5.5 :3.5	08:04.5	9.5 : 5	7.5 : 4
Área de la lámina en mm ²	3937.5	1575	1350	3750	1800	375	4950	1443.7	2700	3562.5	2250
Forma de la lámina	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada
Simetría de la lámina	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica
Lobación	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Tipo de margen	Serrado	Serrado	Serrado	Crenado-Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado
Forma del ápice	----	Recto	Acuminado	Acuminado	Acuminado	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto
Ángulo del ápice	----	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo
Ángulo del ápice en grados	----	42	37	42	36	63	40	46	60	40	50
Forma de la base	Convexa	Cordada	Cordada	Redondeada	Cóncavo-convexa	Convexa	Convexo	Truncada	Cordada	Redondeada	Convexa
Simetría de la base	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica
Ángulo de la base	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Obtusa	Obtuso	Agudo
Ángulo de la base en grados	68	71	82	88	89	89	40	46	133	91	78
Venación primaria	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal
Número de venas basales	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5
Venación secundaria mayor	----	Broquidódroma	Semi-craspedódroma	Broquidódroma	Craspedódroma	Cladódroma	Craspedódroma	----	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Broquidódroma
Unión de secundarias mayores	Decurrente	Decurrente	Deflexo	Excurrente	Excurrente	Excurrente	Deflexa	Deflexa	Excurrente	Deflexo	Deflexo
Espaciamiento de secundarias mayores	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta regularmente de forma proximal	Aumenta regularmente de forma proximal	Aumenta regularmente de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal	Aumenta abruptamente de forma proximal	Regular	Aumenta gradualmente de forma proximal
Variación del ángulo de las secundarias mayores	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme

Saufamilia	Fósil	Malvoideae									
Especie	8.1	<i>Abutilon cymosum</i>	<i>Abutilon ellipticum</i>	<i>Abutilon inaequale</i>	<i>Abutilon schenckii</i>	<i>Alyogyne cravenii</i>	<i>Decaschistia crotonifolia</i>	<i>Hibiscus loandensis</i>	<i>Hibiscus rhabadospermus</i>	<i>Hibiscus tenorii</i>	<i>Pavonia cananinensis</i>
Venas intersecundarias	Paralelas a secundarias mayores, menores del 50% del largo de las secundarias mayores, se ramifica	Ausente	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausente	Ausentes	Ausentes	Paralelas a las secundarias mayores, largo menor al 50 % de las secundarias mayores, reticulada o ramificada; mas de una por área intercostal	Paralelas a las mayores secundarias, de más del 50% de las secundarias subyacentes, ramificada	Ausentes
Venas terciarias intercostales	Percurrente, opuesto, sinuoso, obtuso	Percurrente, opuesto, sinuoso, obtuso	Percurrente, opuesto, sinuoso; obtuso	Percurrente, opuestas convexas, obtuso	Percurrente, opuesto recto, obtuso	----	Ausentes	Ausentes	Percurrentes mixtas; ángulo obtuso	Mixtas: Percurrente, opuesto sinuoso, ángulo obtuso	Mixtas: Percurrentes, opuestas sinuosas; ángulo obtuso
Variación del ángulo de las terciarias intercostales	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	Consistente	----	No aplica	----	Consistente	Decrece hacia el exterior	Aumenta hacia el exterior
Terciarias epimediales	Mixtas	Percurrente opuesto	Opuesta, percurrente	----	Opuesta, percurrente	----	Mixtas	----	Opuestas percurrentes	Opuestas percurrentes	Mixtas: Opuestas percurrentes
Venas cuaternarias	Reticulado regular	Reticulado irregular	----	Reticulado irregular	----	----	Reticulado regular	----	----	Libremente ramificadas	Libremente ramificadas
Venas agrófitas	Presentes	Simples	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Simples	Compuestas	----	Compuestas	Compuestas	Compuestas
Curso de secundarias menores	----	Craspedódromo	Semi-craspedódromo	Craspedódromo	----	Craspedódromo	Semi-craspedódromo	----	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Broquidódromo
Espaciamiento entre dientes	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Irregular	Regular	Irregular
Número de ordenes de dientes	2	3	4	2	2	2	2	3	2	2	3
Número de dientes por centímetro	1.5	2	5	7	5	5	2.5	4	4	3	4.5
Forma del diente	CC/CV, CC/CC, CV/CV	CV/CV, CV/CC	CV/FL, ST/ST, CC/FL	CV/ST, CC/ST	CV/CV	ST/CV	CV/RT, ST/ST	ST/ST, CV/CV, ST/CV	ST/ST, CV/CC	CV/CV, CV/CC	CC/CV, ST/ST,
Forma del sinus	Redondeado	Angular	Angular	Redondeado	Angular	Redondeado	Redondeado	Angular	Angular	Redondeado	Angular
Vena principal	Presente	Ausente	Presente	Presente	Presente.	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Terminación de la vena principal	Ápice	----	En el ápice del diente	----	En el ápice del diente	En el ápice del diente	En el ápice del diente	----	En el ápice del diente	En el ápice del diente	En el ápice del diente
Características especiales del ápice del diente	No específico	----	----	----	----	----	No específico	----	----	No específico	----

Diagnos y registro fósil de la familia Malvaceae.

Son árboles, arbustos o hierbas, usualmente con tricómas estrellados, simples o glandulares. Las hojas son alternas, simples y palmatilobadas, normalmente palmatinervas, margen entero o dentado, serrado o crenado, peciolo usualmente pulvinado en ambos extremos, estípulas presentes y excepcionalmente reducidas. Inflorescencia axilar, terminal u opuesta a las hojas. Flores hermafroditas o unisexuales, usualmente actinomorfas; usualmente 5 sépalos y pétalos en mismo número que los sépalos. De 5 a más de 1000 estambres con los filamentos unidos (Singh, 2004), comúnmente formando un tubo estaminal. Ovario súpero, el número de carpelos coincide con el número de sépalos. Frutos dehiscentes o indehiscentes, lignificados, carnosos o membranosos, en ocasiones pubescentes y placentación axilar. Semillas aladas o pubescentes, endospermo abundante (Kubitzki, 2003a).

La venación de las hojas es notoriamente palmada en la mayoría de las Malvaceae. Cuando las hojas son serradas, los dientes son glandulares y se encuentran nectarios extraflorales en el peciolo o en la base de la lámina.

La familia consta de 197 géneros, y 285 especies distribuidas en zonas tropicales y climas templados, mayormente en los trópicos de Sudamérica (Singh, 2004).

El género *Melochia* está representado por aproximadamente 68 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales con escasas especies en zonas templadas, para la identificación de este género la forma de la hoja, del fruto, el tipo de inflorescencia y la pubescencia son caracteres determinantes. Este género es cosmopolita, de amplia distribución, generalmente se encuentra en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo (Cristóbal, 2007); siendo América el continente con mas especies nativas que viven desde el extremo sur de los Estados Unidos hasta el centro de argentina, reportándose 56 especies (Rondón, 2009).

Ayenia es un género americano de 79 especies, que se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta el centro de Argentina, en regiones cálidas, tropicales y subtropicales (Whitlock, B. A y A. M. Hale, 2011). Posee dos centros de concentración de especies, uno es México y las Antillas y otro en Bolivia, Paraguay y el sureste de Brasil (Cristóbal, 2007).

En cuanto al género *Hibiscus*, comprende unas 200 especies distribuidas en los trópicos y subtrópicos de ambos hemisferios, con solo unos pocos representantes en zonas templadas (Sanchez de Lorenzo, 2008).

Últimamente, los resultados de APG III (2009), utilizando datos moleculares, muestra a las familias Sterculiaceae, Malvaceae, Tiliaceae y Bombacaceae, formando un solo clado, expandiendo la familia Malvaceae; esto sustentado en caracteres compartidos o sinapomorfías, como la estructura básica de la inflorescencia, sépalos valvados, nectarios con tricómas; los tricómas son estrellados, cavidades de mucílago, entre otras características.

La familia Malvaceae es una familia monofilética (Judd *et al*, 2002) y se ha dividido en nueve subfamilias que son: Byttnerioideae, Grewioideae, Tilioideae, Helicteroideae, Brownlowioideae, Sterculioideae, Dombeyoideae, Bombacoideae y Malvoideae. (Kubitzki, 2003a).

El registro paleobotánico es amplio y está bien representado desde el Cenozoico. En el Cretácico inferior se encuentra un fruto de Tiliaceae proveniente de Australia; del Cretácico superior se tiene polen de *Bombacacidites* (Krutzsch, 1989) y madera de *Bombacoxylon* encontrados en Norteamérica y una flor (*Dressiantha bicarpellata*), de Nueva Jersey (Kubitzki, 2003a).

Para el Paleoceno se reporta a *Reevesia*, polen de Eurasia, polen de *Tilia* proveniente de Europa y Norteamérica y *Malvaciphyllum macondicus* hoja fósil del norte de Sudamérica (Carvalho *et al*, 2011).

Del Eoceno, se reportan *Christianocarpum quinquelocularis* que es un fruto de Francia, *Craigia*, polen de Estados Unidos (Manchester, 1992), brácteas de *Tilia* de Norteamérica *Florissantia Knowlton*, fruto, flor y polen del oeste de Norte América; frutos de *Tilia* y *Willisia*, de London Clay, Inglaterra (Kubitzki, 2003a), madera del género *Chattawayia* y *Florissantia*, flor de Oregon (Manchester, 1980).

Finalmente para el Mioceno se han encontrado flores posiblemente de *Tilia* o *Craigia* en Alemania, Madera de *Wataria* proveniente de Japón, Polen de *Byttneria* encontrado en México (Muller 1981) y Madera de *Hibiscoxylon* del Senoiano de Egipto (Kubitzki, 2003a).

Orden: Malphigiales.

Familia: Salicaceae.

Subfamilia: Prockioideae.

Tribu: Prockieae.

Género: *Pleuranthodendron* L. O. Williams.

Número de ejemplares revisados: 5 (Apéndice 5)

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 6.2

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja elíptica, notófila, asimétrica, peciolo marginal, venación primaria palmada, venación secundaria mayor semicraspedódroma con unión a la vena media decurrente, venas terciarias intercostales y epimediales percurrentes opuestas, venación de cuarto orden percurrente mixta, venas de quinto orden reticuladas de forma irregular, areolas bien desarrolladas y vénulas ramificadas de forma dicotómica venas agrófitas presentes.

Descripción:

Hoja fósil incompleta con solo $\frac{3}{4}$ de la lámina preservada, elíptica, notófila de 9 cm de largo y 6 cm de ancho, 4050mm² de superficie laminar (Lámina 8, Fig. A), aparentemente asimétrica, peciolo unido a la lámina de forma marginal, ápice y base ausentes. Venación primaria palmada actinódroma basal, 5 venas basales de las cuales dos son principales (Lámina 8, Fig. B), estas forman un ángulo agudo de 32° con respecto a la vena media; venación secundaria mayor con curso semicraspedódromo, el espaciamiento entre estas aumenta abruptamente de forma proximal hacia la base, las venas secundarias mayores se unen a la vena media de forma decurrente y formando un ángulo agudo de 53° uniforme a lo largo de la lámina; venas terciarias epimediales formando un patrón percurrente opuesto (Lámina 8, Fig. C); las venas terciarias intercostales presentan un patrón percurrente opuesto, recto, de ángulo obtuso con respecto a la vena media, que se mantiene consistente a lo largo de la lámina (Lámina 8, Fig. D); en el lado proximal son perpendiculares a la

vena media; en el lado distal son basiflexas, paralelas a las terciarias intercostales; venas cuaternarias percurrentes mixtas (Lámina 8, Fig. E); venas de quinto orden formando un patrón reticulado irregular; altos órdenes de venación formando areolas bien desarrolladas y vénulas que se ramifican de forma dicotómica (Lámina 8, Fig. F); venas agrófitas presentes pero incompletas (Lámina 8, Fig. G).

Comparación con taxa actuales.

En el caso especial de este morfotipo, el análisis fenético realizado no la agrupa con ningún OTU utilizado en la comparación, por lo que se siguió observando familias, hasta que se llegó a la familia Flacourtiaceae, siguiendo la clasificación de Engler y Prantl modificada por Dalla Torre y Harms (1900-1907), se hizo una consulta exhaustiva de toda esta familia en el MEXU, seleccionando a las especies que presentaran mayor parecido con el morfotipo fósil. Las especies seleccionadas fueron: *Banara boliviana* M. Nee., *Bartholomaea sessiliflora* (Standl.) Standl. & Steyerl., *Flacourtia jangomas* (Lour.) Raeusch., *Flacourtia peninsula* Elmer, *Hasseltia dioica* (Benth.) Sleumer, *Hasseltia floribunda* Kunth, *Hasseltia mexicana* (A. Gray) Standl., *Lunania mexicana* Brandegeae, *Macrohasseltia macroterantha* (Stadl. & L. O. Williams) L. O. Williams y *Pleuranthodendron lindenii* (Turcz.) Sleumer.

El fósil se identifica como afín al género *Pleuranthodendron*, dado que al comparar los caracteres morfológicos del fósil, uno a uno con las hojas actuales, es posible ver que comparten gran cantidad de caracteres como peciolo marginal, forma elíptica, lámina ligeramente asimétrica, venación primaria palmada actinódroma basal, 5 venas basales, venas terciarias epimediales percurrentes opuestas; caracteres que a su vez se encuentran presentes en las subfamilias Flacourtiaceae, Prockioideae y Samydoideae de la familia Salicaceae según APG III, que anteriormente formaban parte de Flacourtiaceae (Tabla 5).

Aunque se haya visto una constancia en los caracteres observados para la subfamilias Flacourtiaceae, Prockioideae y Samydoideae, los caracteres por los que se puede descartar a cada especie de los géneros con los que se comparó el morfotipo 6.2:

**Banara*: Número de venas basales y patrón de las venas terciarias intercostales y venas cuaternarias (Lámina 11, Fig. C y D).

**Bartholomaea*: Número de venas basales y patrón de las venas terciarias intercostales y de las venas cuaternarias (Lámina 11, Fig. J).

**Flacoutia*: Venación primaria y patrón de venas terciarias intercostales y venas cuaternarias (Lámina 11, Fig. A y B).

**Hasseltia*: Simetría de la lámina y patrón de venas terciarias intercostales y venas cuaternarias (Lámina 11, Fig. E-G).

**Lunania*: Forma y simetría de la lámina, patrón de venas terciarias intercostales y venas cuaternarias (Lámina 11, Fig. K).

**Macrohasseltia*: Venación primaria y patrón de venación terciaria intercostal y venación cuaternaria (Lámina 11, Fig. H).

Finalmente la hoja fósil se asigna al género *Pleuranthodendron* (Lámina 11, Fig. I) por la forma elíptica de la lámina, el arreglo en la base de las tres venas principales y el arreglo percurrente opuesto de las venas terciarias epimediales.

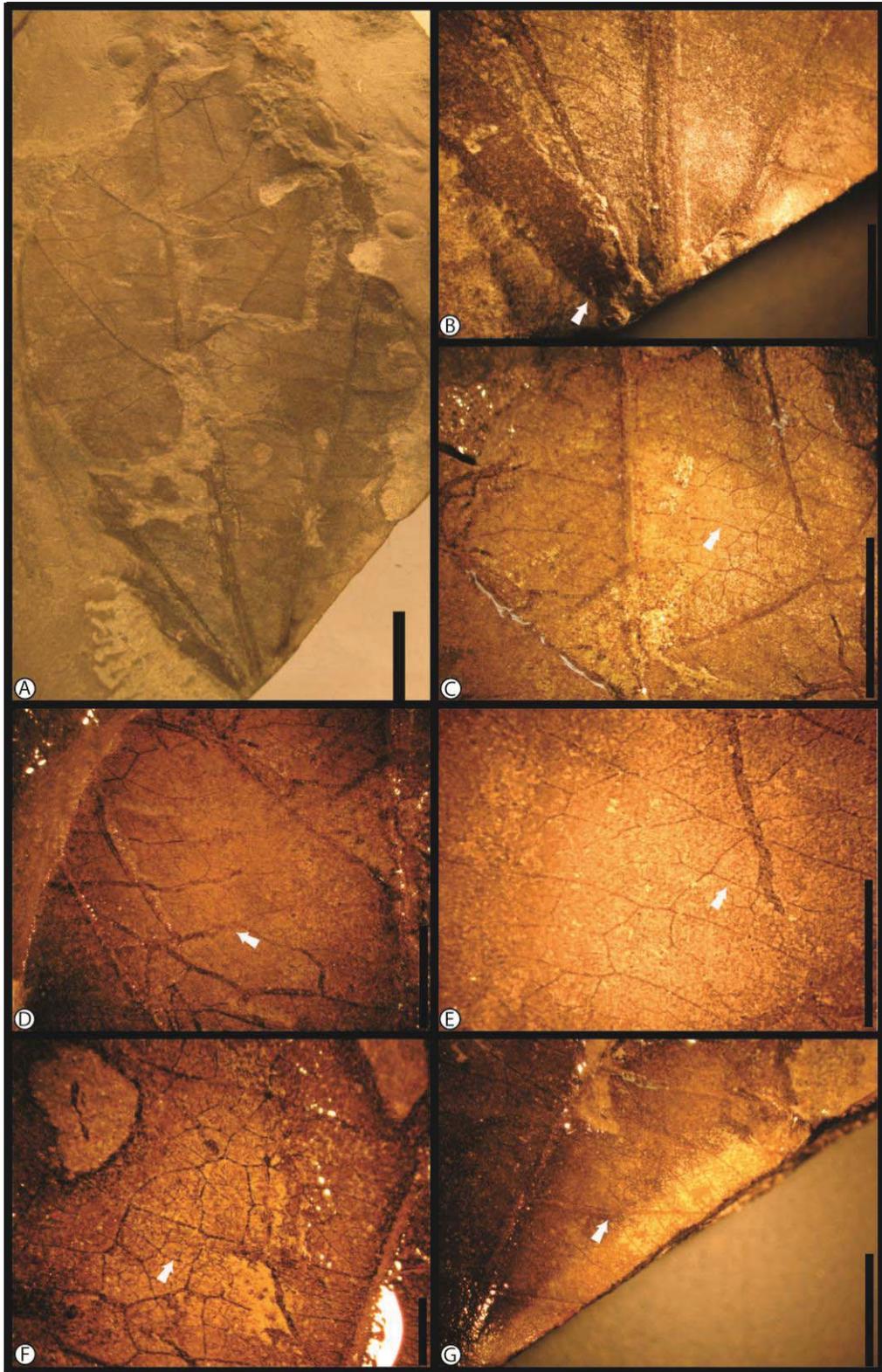


Lámina 8: Morfotipo 6.2, perteneciente a la familia Salicaceae, género *Pleuranthodendron*; A. Vista general del morfotipo (escala=1cm) B. Base con 5 venas (escala=5mm). C. Venas terciarias epimediales percurrente opuestas (escala=1cm). D. Venas terciarias intercostales percurrentes opuestas (escala=5mm). E. Venas cuaternarias mixtas (escala=5mm). F. Altos ordenes de venación formando areolas bien desarrolladas y vénula que se ramifican (escala=1mm). G. Venas agrófitas incompletas (escala=5mm).

Género: *Hasseltia* Kunth

Número de ejemplares revisados: 2

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 2 y 2.1

Epíteto específico: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja elíptico-oblonga, notófila, asimétrica, peciolo marginal, base asimétrica cuneada-truncada, venación primaria palmada, venación secundaria mayor semicraspedódroma con unión a la vena media deflexa, venas secundarias interiores sinuosas, venas terciarias mixtas y dicotomizadas en el margen, venación de cuarto orden libremente ramificada, altos ordenes de venación reticulado regular, venas agrófitas semicraspedódromas; margen dentado, dientes tipo flanco proximal y distal cóncavo y flanco proximal convexo-cóncavo y distal cóncavo-convexo, sinus redondeado y ápice del diente con tejido no específico.

Descripción:

Hoja fósil, elíptico-oblongo, notófilo de entre 6 y 8cm de largo y 4,4 y 5.5cm de ancho, superficie lamiar que varía entre los 2475 y 2640mm² (Láminas 9, Fig. A y lámina 10, Fig. A), asimétrica, peciolo unido a la lámina de forma marginal, ápice no preservado, base asimétrica cuneada-truncada formando un ángulo obtuso de entre 109° y 134° (Lámina 10, Fig. B), venación primaria palmada actinódroma basal con 7 venas basales de las cuales 2 son principales, la vena derecha forma un ángulo agudo de 39° a 51° y la vena izquierda un ángulo agudo de 23° a 32° la vena del lado izquierdo (Lámina 9, Fig. B), ambas con respecto a la vena media; venas secundarias mayores semicraspedódromas (Lámina 10, Fig. D), y unión con la vena media de tipo deflexa (Lámina 10, Fig. E), formando un ángulo agudo de 40°; venas secundarias interiores que van de una vena primaria a otra con curso sinuoso y espaciamiento regular (Lámina 9, Fig. C), ángulo uniforme que cruzan perpendiculares a la vena media; venas terciarias mixtas (Láminas 9, Fig. F y lámina 10, Fig. F); las venas terciarias que se encuentran cercanas al margen se dicotomizan hasta tocarlo (Lámina 10, Fig. C); venas de cuarto orden libremente ramificadas (Lámina 10, Fig. G); altos

ordenes de venación reticulado regular (Lámina 10H); venas agrófitas semicraspedódromas (Lámina 9, Fig. D y lámina 10, Fig. I y J). Margen dentado con un solo orden de dientes y un diente por centímetro, espaciados de forma regular y de sinus redondeado, flanco proximal y distal cóncavo (cv/cv) y flanco proximal convexo-cóncavo y distal cóncavo-convexo (rt/fl), la vena principal corresponde a una vena terciaria que termina en la parte más próxima al sinus y el ápice del diente presenta tejido no específico (Láminas 9, Fig. E y lámina 10, Fig. K).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 2 se comparó directamente con la familia Flacourtiaceae, según la clasificación de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms (1900-1907), y se hizo una consulta de toda esta familia en el MEXU seleccionando a las especies que presentaran mayor parecido con el morfotipo fósil. Las especies seleccionadas fueron las mismas que para el morfotipo 6.2: *Banara boliviana*, *Bartholomaea sessiliflora*, *Flacourtia jangomas*, *Flacourtia peninsula*, *Hasseltia dioica*, *Hasseltia floribunda*, *Hasseltia mexicana*, *Lunania mexicana*, *Macrohasseltia macroterantha* y *Pleuranthodendron lindenii*.

El fósil se identifica como afín al género *Hasseltia*, resultado de que al comparar los caracteres morfológicos del fósil con cada una de las hojas actuales, es posible ver que comparten gran cantidad de caracteres como peciolo marginal, tamaño notófilo, asimetría de la lámina, margen serrado, venación primaria palmada actinódroma basal, venas secundarias mayores y menores con curso semicraspedódromo, venas cuaternarias libremente ramificadas, un orden de dientes, de forma cv/cv y rt/fl, que presenta una vena principal que termina en el ápice de este. Estos caracteres son muy constantes en las subfamilias Flacourtiaceae, Prockioideae y Samydoideae de la familia Salicaceae según APG III, que anteriormente formaban parte de Flacourtiaceae (Tabla 5).

Aun que se haya visto una constancia en los caracteres observados para la subfamilias Flacourtiaceae, Prockioideae y Samydoideae, los caracteres por los que se puede descartar a cada género para el morfotipo 2 son:

**Banara*: Tamaño de la lámina, patrón de venación de venas cuaternarias y lugar en donde termina la vena principal del diente.

**Bartholomaea*: Tamaño y simétrica de la lámina y forma de los dientes (Lámina 11, Fig. J).

**Flacourtia*: Simetría de la lámina, forma de la base y venación primaria (Lámina 11, Fig. A y B).

**Lunania*: Tamaño de la lámina, forma de la lámina y número de venas basales (Lámina 11, Fig. K).

**Macrohasseltia*: Tamaño y forma de la lámina, forma de la base, venación primaria, número de venas basales y patrón de venación de cuarto orden (Lámina 11, Fig. H).

**Pleuranthodendron*: Forma de la base, número de venas basales, patrón de venación de cuarto orden, espaciamiento entre dientes y morfología general de los dientes (Lámina 11, Fig. I).

En resumen, los caracteres que sustentan la afinidad del morfotipo 2 con el género *Hasseltia* (Lámina 11, Fig. E-G) son el tamaño notófilo, la asimetría de la lámina, la base cuneada-truncada, la venación de cuarto orden libremente ramificada, la forma de los dientes cv/cv y rt/fl y la ramificación de las venas terciarias en la parte cercana al margen de la lámina.

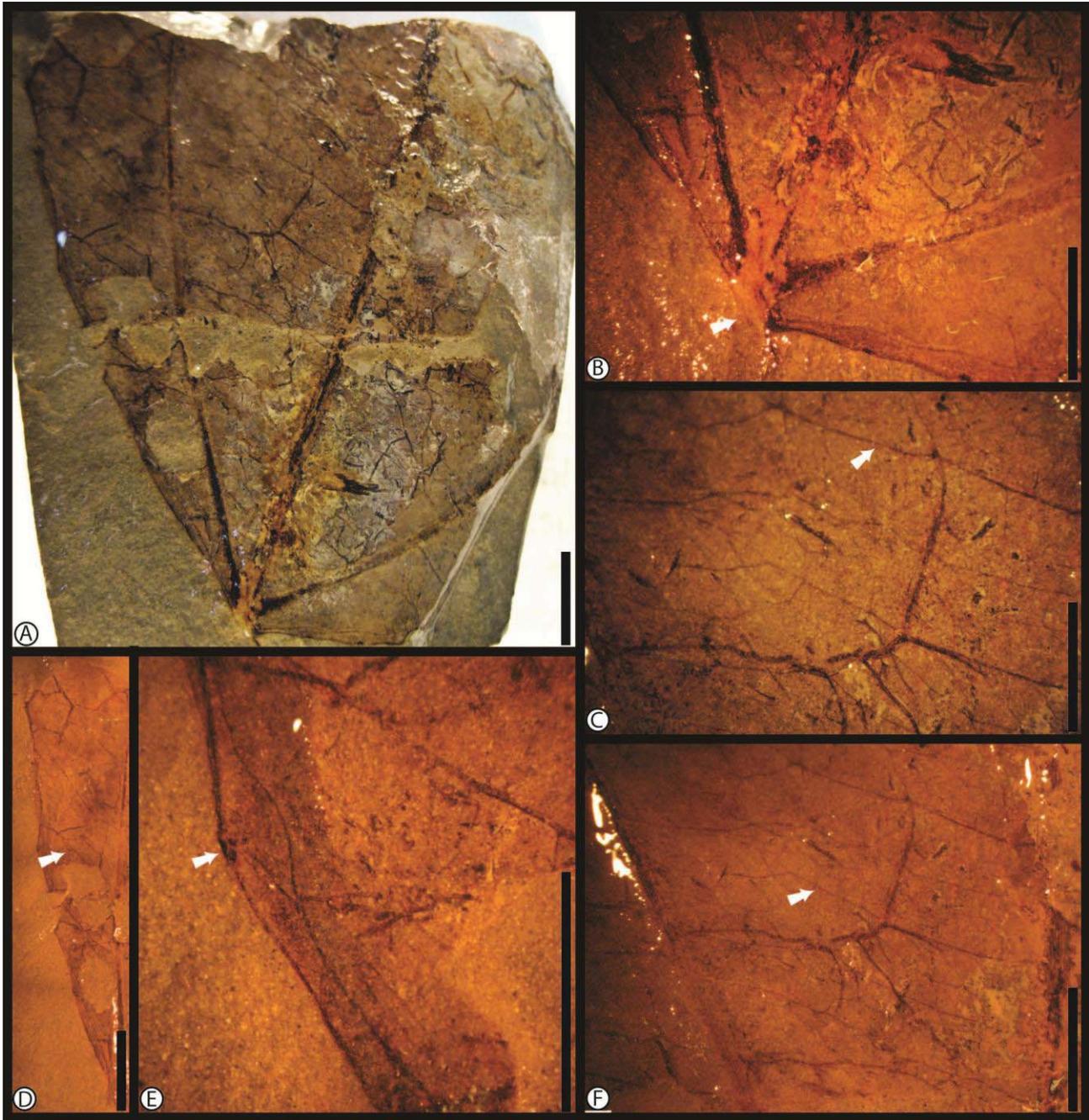


Lámina 9: Morfotipo 2.0, perteneciente a la familia Salicaceae, género *Hasseltia*; A Vista general del morfotipo (escala=1cm). B. Base con cinco venas (escala=5mm). C. Venas secundarias interiores de curso sinuoso(escala=5mm). D. Venas agrófitas semicraspedódromas (escala=1cm). E. Diente de tipo cc/cc y con tejido en el ápice (escala=5mm). F. Venas terciarias percurrentes opuestas de curso sinuoso (escala=5mm).

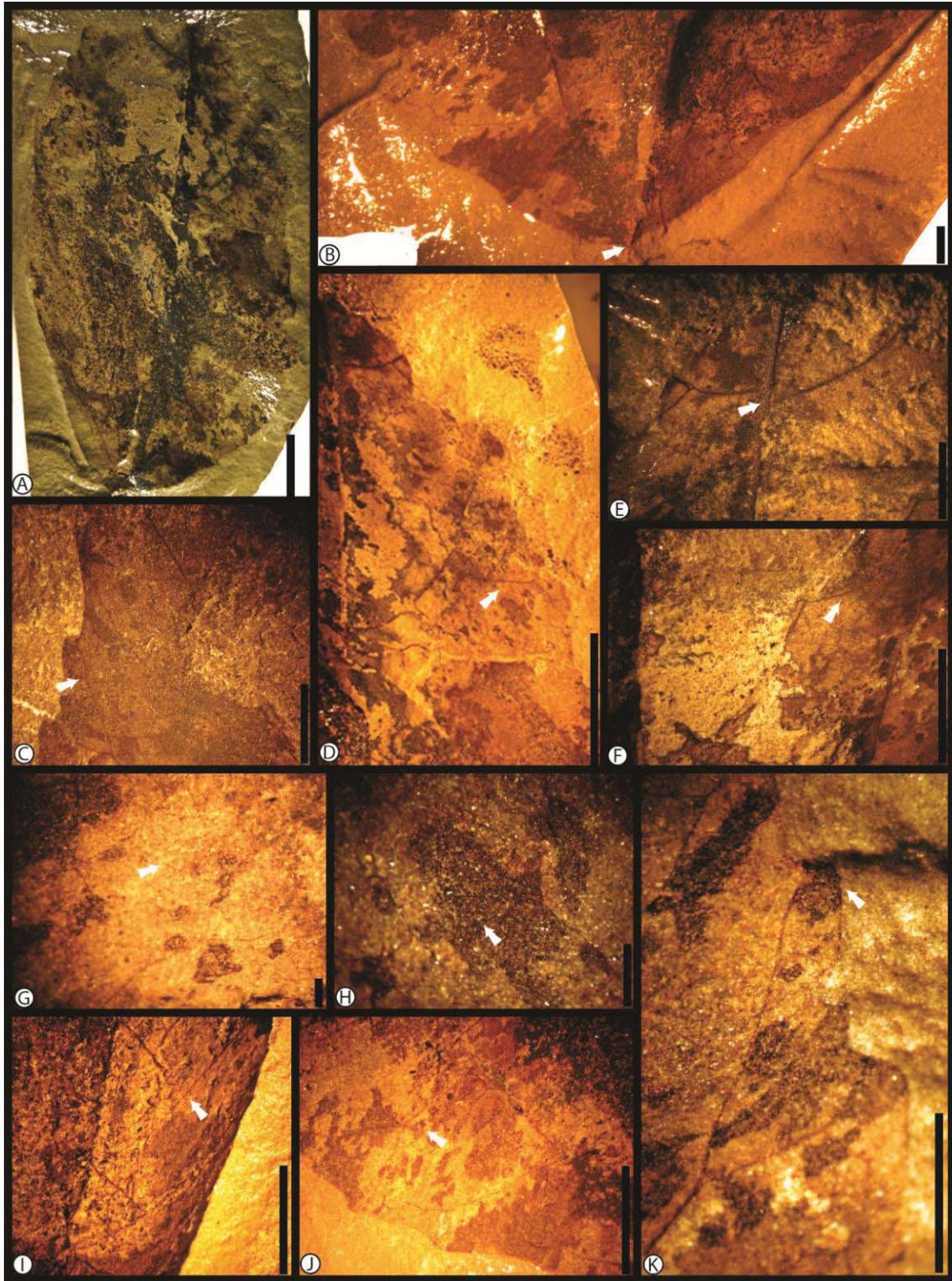


Lámina 10: Morfotipo 2.1, perteneciente a la familia Salicaceae, género *Hasseltia*; A. Vista general del morfotipo (escala=1cm). B. Base asimétrica (escala=1mm). C. Venas marginales dicotomizadas (escala=5mm). D. Venas secundarias mayores semicraspedódromas(escala=1cm). E. Unión de venas secundarias mayores de tipo deflexa (escala=5mm). F. Venas terciarias mixtas (escala=5mm). G. Venas cuaternarias libremente ramificadas (escala=1mm). H. Altos ordenes de venación reticulado regular(escala=1mm). I. Venas agrófitas derechas semicraspedódromas (escala=5mm). J. Venas agrófitas izquierdas semicraspedódromas (escala=5mm). K. Dientes de tipo cv/cv (escala=5mm)

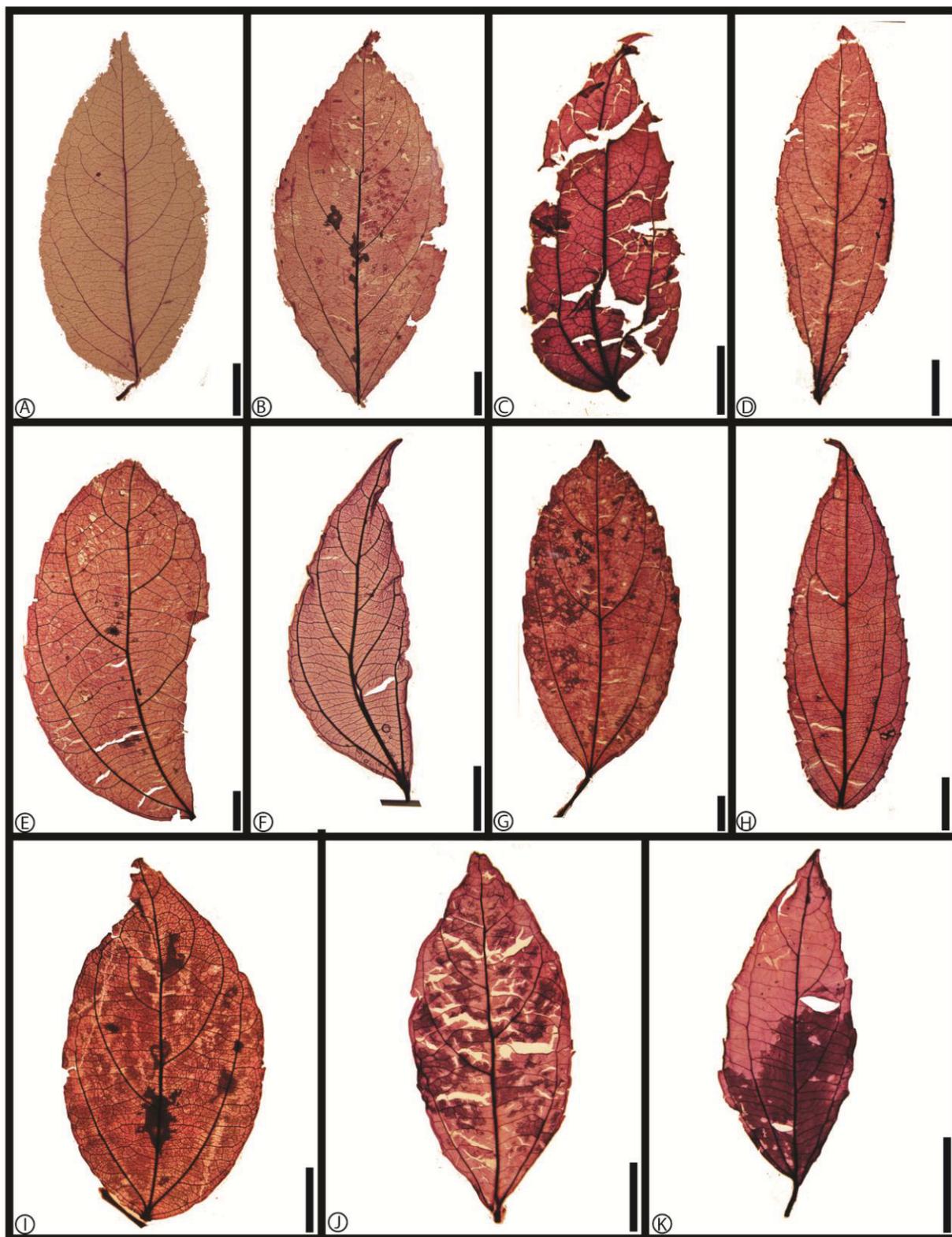


Lámina 11: Hojas aclaradas de distintas especies de la familia Salicaceae, Subfamilia Flacourtioidae A y B, subfamilia Prockioideae C-I. y subfamilia Samydoideae J y K.; A. *Flacourtia jangomas* (escala=1cm). B. *Flacourtia peninsula* (escala=1cm). C. *Banara boliviana* (escala=1cm). D. *Banara tomentosa* (escala=1cm). E. *Hasseltia dioica* (escala=1cm). F. *Hasseltia floribunda* (escala=1cm). G. *Hasseltia mexicana* (escala=1cm). H. *Macrohasseltia macrotetantha* (escala=1cm). I. *Pleuranthodendron lidenii* (escala=1cm). J. *Bartholomaea sessiliflora* (escala=1cm). K. *Lunania mexicana* (escala=1cm).

Tabla 5: Comparación de los morfotipos 6.2 y 2 con hojas aclaradas pertenecientes a la familia Salicaceae, de las tribus Samydoideae, Prokioideae y Flacourtioidae, obtenidas en el Herbario MEXU.

Subfamilia	Fósil		Flacourtioidae		Prokioideae						Samydoideae		
Especie	2	6.2	<i>Flacourtia jangomas</i>	<i>Flacourtia peninsula</i>	<i>Banara boliviana</i>	<i>Banara tomentosa</i>	<i>Hasseltia dioica</i>	<i>Hasseltia floribunda</i>	<i>Hasseltia mexicana</i>	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	<i>Pleuranthodendron lindenii</i>	<i>Bartholomaea sessiliflora</i>	<i>Lunania mexicana</i>
Unión de la lámina	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal
Tamaño de lámina	Notófilo	Notófilo	Micrófila	Notófilo	Micrófila	Micrófila	Notófilo	Micrófila	Notófilo	Micrófila	Notófilo	Micrófila	Micrófila
L:W	6 a 8 : 4.4 a 5.5	9 : 6	5.5 : 2.8	8.7 : 3.8	5 : 1.9	8 : 2.5	09:04.5	5.3 : 1.7	12.3 : 5.5	7.8 : 2.4	7.4 : 3.8	2.9 : 2	4.8 : 1.6
Área de la lámina en mm ²	2475 a 2640	4050	1155	2479.5	712.5	1500	3037.5	675.75	5073.75	1404	2109	435	576
Forma de la lámina	Elíptico-oblonga	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Ovada	Elíptica	Elíptica	Ovada	Elíptica	Ovada	Elíptica	Elíptica	Ovada
Simetría de la lámina	Asimétrica	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica
Lobación	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Tipo de margen	Serrado	----	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado
Forma del ápice	----	----	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto
Ángulo del ápice	----	----	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Obtuso	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo
Ángulo del ápice en grados	----	----	56	62	56	60	92	28	72	43	68	65	48
Forma de la base	Cuneada-truncada	----	Convexa	Cuneada	Cuneada-truncada	Cuneada	Cuneada-truncada	Cuneada-truncada	Cuneada	Convexa	Convexa	Cuneada	Cuneada-truncada
Simetría de la base	Asimétrica	----	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica
Ángulo de la base	Obtuso	----	Agudo	Agudo	Obtuso	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Obtuso	Obtuso	Agudo	Agudo
Ángulo de la base en grados	109	----	76	75	132	42	88	55	86	103	126	64	82
Venación primaria	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Pinnada	Pinnada	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Pinnada	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal
Número de venas basales	7	5	1	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5
Venación secundaria mayor	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Cladódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma	Semi-craspedódroma
Venas intersecundarias	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Venas terciarias intercostales	Mixtas	Percurrentes opuestas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas
Terciarias epimediales	----	Percurrentes opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas	Percurrente opuestas
Venas cuaternarias	Libremente ramificadas	Mixtas	Libremente ramificadas	Reticuladas irregular	Reticuladas irregular	Reticuladas irregular	Reticuladas irregular	Reticuladas irregular	Libremente ramificadas	Reticuladas irregular	Reticuladas irregular	Libremente ramificadas	Libremente ramificadas
Venas agrófitas	Compuestas	Presentes	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas
Curso de secundarias menores	Semi-craspedódromo	Incompletas	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo

Subfamilia	Fósil		Flacourtioidae		Prockioideae							Samydoideae	
Especie	2	6.2	<i>Flacourtia jangomas</i>	<i>Flacourtia peninsula</i>	<i>Banara boliviana</i>	<i>Banara tomentosa</i>	<i>Hasseltia dioica</i>	<i>Hasseltia floribunda</i>	<i>Hasseltia mexicana</i>	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	<i>Pleuranthodendron lindenii</i>	<i>Bartholomaea sessiliflora</i>	<i>Lunania mexicana</i>
Espaciamiento entre dientes	Regular	----	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular
Número de ordenes de dientes	1	----	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Número de dientes por centímetro	1	----	2	3	2	2	1	3	1	2	1	1	2
Forma del diente	CV/CV, RT/FL	----	CV/CV	RT/CC	RT/FL	RT/FL	RT/CC	CV/CV	CV/CV	RT/FL	CV/CV	RT/CC	CV/CV
Forma del sinus	Redondeado	----	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Redondeado	Redondeado
Vena principal	Presente	----	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Terminación de la vena principal	Proximal al sinus	----	Proximal al sinus	Proximal al sinus	Ápice	Ápice	Proximal al sinus	Proximal al sinus	Proximal al sinus	Proximal al sinus	Ápice	Proximal al sinus	Proximal al sinus
Características especiales del ápice del diente	Característica no específico	----	Característica no específica	Característica no específica	Característica no específica	Característica no específica	Simple	Simple	Simple	Característica no específica	Simple	Característica no específica	Característica no específica

Subfamilia: Salicoideae.

Tribu: Saliceae

Género: *Populus* L.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 10

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja oblonga, micrófila, simétrica, peciolo marginal, base simétrica cuneada, venación primaria palmada, venación secundaria mayor craspedódroma con unión a la vena media excurrente, venas intersecundarias cortas paralelas a secundarias mayores, venas terciarias intercostales percurrentes mixtas, venas terciarias epimediales percurrentes opuestas, venación de cuarto y quinto orden reticuladas regular, areolas bien desarrolladas, venas agrófitas broquidódromas. Margen serrado con dientes tipo cóncavo-cóncavo.

Descripción:

Hoja fósil casi completa, oblonga, micrófila de 5.5 cm de largo y 4.5 cm de ancho, en total 1856.25mm² de superficie laminar (Lámina 12, Fig. A), simétrica, peciolo unido a la lámina de forma marginal, base simétrica de forma cuneada formando un ángulo obtuso de 104° (Lámina 12, Fig. B), ápice ausente, venación primaria palmada actinódroma basal con cinco venas basales de las cuales dos son principales y que forman un ángulo agudo de 32° con respecto a la vena media; venas secundarias mayores con curso craspedódromo (Lámina 12, Fig. C) y espaciamiento que aumenta abruptamente hacia la base, unión de las venas secundarias mayores con la vena media de tipo excurrente (Lámina 12, Fig. D), formando un ángulo agudo de 41° consistente en todas las venas secundarias visibles; venas intersecundarias paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas, habiendo menos de una por área intercostal; venas terciarias intercostales mixta (Lámina 12, Fig. E), venas terciarias epimediales percurrentes opuestas, en el lado proximal son perpendiculares a la vena media y basiflexas, paralelas a las terciarias intercostales en el lado distal

(Lámina 12, Fig. F); venas cuaternarias y de quinto orden forman un retículo regular (Lámina 12, Fig. G); areolas bien desarrolladas; venas agrófitas de curso simple broquidódromo (Lámina 12, Fig. H). El margen es serrado con un solo orden de dientes y espaciamiento regular siendo los dientes de tipo cc/cc (Lámina 12, Fig. I).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 10, se comparó directamente con la familia Salicaceae, según la clasificación de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms (1900-1907), se hizo una consulta de toda esta familia en el MEXU, seleccionando a las especies que presentaran mayor parecido con el morfotipo fósil. Las especies seleccionadas fueron todas pertenecientes al género *Populus*: *P. alba* L. (Lámina 16, Fig. A), *P. deltoides* W. Bartram ex Marshall (Lámina 16, Fig. B), *P. dimorpha* Brandege (Lámina 16, Fig. C), *P. fremontii* S. Watson (Lámina 16, Fig. D), *P. simaroa* Rzed. (Lámina 16, Fig. E) y *P. tremuloides* Michx.(Lámina 16, Fig. F).

Este morfotipo fósil se identifica como afín al género *Populus*, y se presenta mayor similitud de caracteres con la especie *P. alba* (Lámina 16, Fig. A), dado que al comparar los caracteres morfológicos del fósil, con las hojas actuales, es posible ver que comparten gran cantidad de caracteres como peciolo marginal, forma oblonga, lámina simétrica, venación primaria palmada actinódroma basal, venas intersecundarias menores al 50% de longitud con respecto a las secundarias mayores y paralelas a estas, venas terciarias intercostales percurrentes opuestas, venas cuaternarias reticuladas de forma regular, secundarias menores con curso simple broquidódromo y margen serrado, que en el morfotipo no se encuentra muy bien preservado por lo que es difícil hacer una comparación estricta.

Los caracteres que son afines con el morfotipo 10 con el género *Populus* (Tabla 6) son el margen serrado, forma oblonga, base obtusa y unión de venas secundarias con la vena media de tipo excurrente.

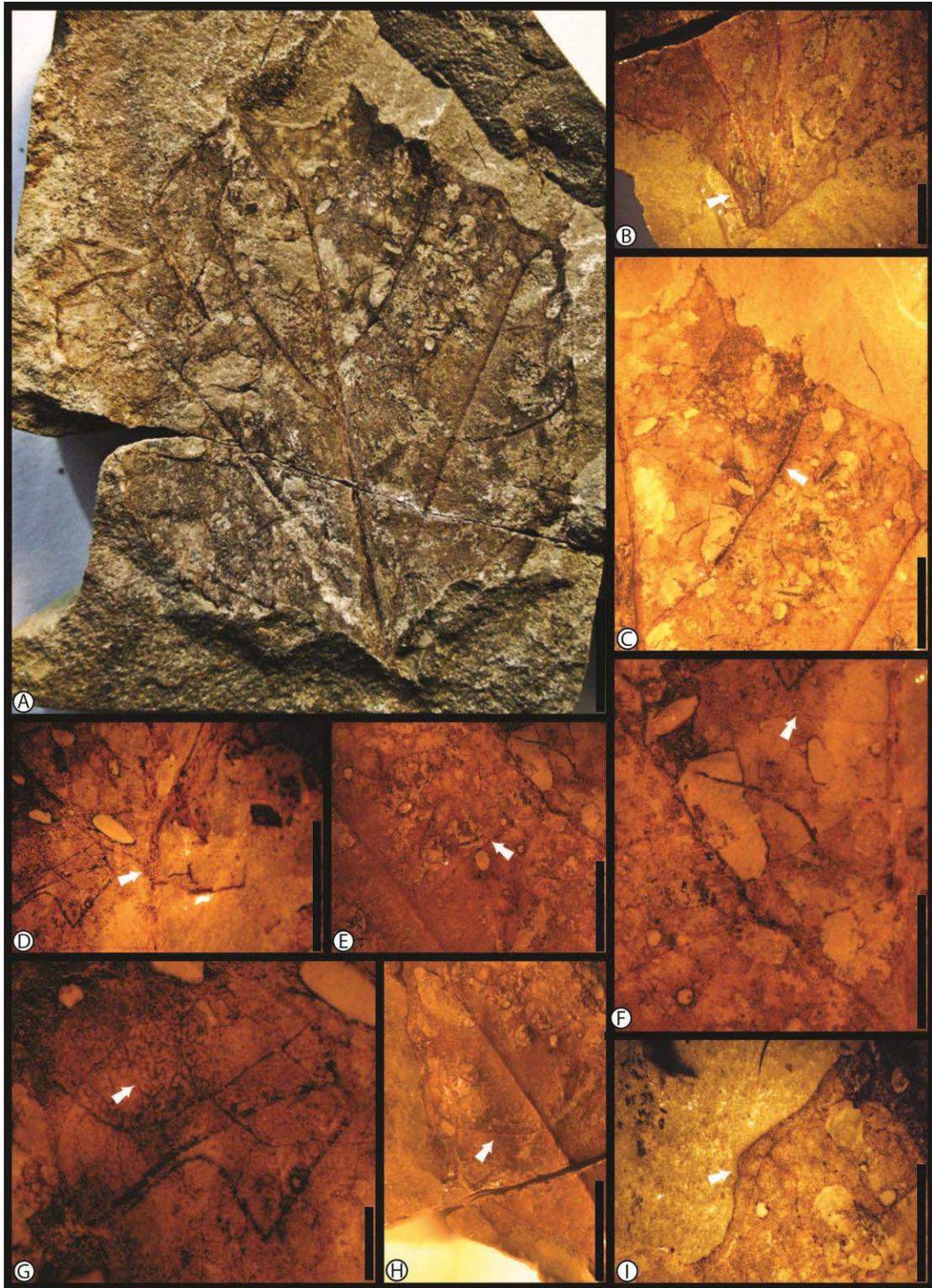


Lámina 12: Morfotipo 10, perteneciente a la familia Salicaceae, género *Populus*; A. Vista general del morfotipo (escala=1cm). B. Base con 3 venas (escala=5mm). C. Venas secundarias mayores craspedódromas (escala=5mm). D. Unión de venas secundarias mayores de tipo decurrente (escala=5mm). E. Venas terciarias intercostales percurrentes mixtas (escala=5mm). F. Venas terciarias epimediales opuestas percurrentes (escala=5mm) G. Altos ordenes de venación con un patrón reticulado irregular y formando areolas bien desarrolladas (escala=5mm). H. Venas agrófitas simples broquidódromas (escala=1cm). I. Dientes tipo cc/cc (escala=5mm).

Género: *Populus*.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 1

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja ovada, micrófila, simétrica, peciolo marginal, base asimétrica y truncada, ápice recto, venación primaria palmada, venación secundaria mayor craspedódroma con unión a la vena media excurrente, venas terciarias intercostales percurrentes mixtas, venación de cuarto orden reticulada irregular, venas agrófitas craspedódromas; margen serrado con dientes tipo recto-recto y recto-cóncavo, sinus redondeado y tejido no específico en el ápice del diente.

Descripción:

Hoja fósil completa, ovada, micrófila de 3.5cm de largo y 4 cm de ancho, en total 1050 mm² de superficie laminar (Lámina 13, Fig. A), simétrica, peciolo unido a la lámina de forma marginal, base asimétrica, truncada, formando un ángulo obtuso de 141°, ápice recto formando un ángulo agudo de 87°, venación primaria palmada actinódroma basal con tres venas basales de las cuales 2 son principales, la vena del lado izquierdo forma un ángulo agudo de 44° y la vena del lado derecho de 53° (Lámina 13, Fig. B), con respecto a la vena media; venas secundarias mayores con curso cladódromo (Lámina 13, Fig. C) y espaciamiento que aumenta abruptamente hacia la base; unión de las venas secundarias mayores con la vena media de tipo excurrente y formando un ángulo agudo de 28° consistente en todas las venas secundarias visibles; venas terciarias intercostales percurrentes mixtas (Lámina 13, Fig. D); venas cuaternarias reticuladas de forma irregular (Lámina 13, Fig. E). Venas agrófitas simples de curso craspedódromo (Lámina 13, Fig. F). Margen dentado con un orden de dientes. Los dientes son muy pequeños, con 8 dientes por centímetro, el espaciamiento de estos es regular, el sinus angular, y forma recto-recto (st/st) y recto-cóncavo (st/cv); son dientes simples y es difícil observar la venación al interior del diente (Lámina 13, Fig. G).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 1, se comparó con la familia Salicaceae, según la clasificación de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms (1900-1907) y se hizo una consulta de toda esta familia en el MEXU seleccionando a las especies que presentaran mayor parecido con el morfotipo fósil. Las especies seleccionadas y que se sometieron al proceso de aclarado fueron todas del género *Populus*: *Populus alba* (Lámina 16, Fig. A), *P. deltoides* (Lámina 16, Fig. B), *Populus dimorpha* (Lámina 16, Fig. C), *P. fremntii* (Lámina 16, Fig. D), *P. simaroa* (Lámina 16, Fig. E) y *P. tremuloides* (Lámina 16, Fig. F).

La morfología foliar del fósil es comparable con la del género *Populus*, especialmente con la especie *P. tremuloides*; caracteres como un peciolo marginal, tamaño micrófilo de la lámina, forma ovada y simétrica, margen serrado, ápice recto y agudo, venación primaria palmada actinódroma basal, unión de las venas secundarias con la vena media de tipo excurrente, venas terciarias intercostales mixtas, venas cuaternarias reticuladas de forma regular, dientes de forma st/st, st/cv.

Los caracteres que crean la afinidad del morfotipo 1 con el género *Populus* (Tabla 6) son el margen serrado, forma ovada, el ápice agudo, la base obtusa y unión de venas secundarias con la vena media de tipo excurrente.

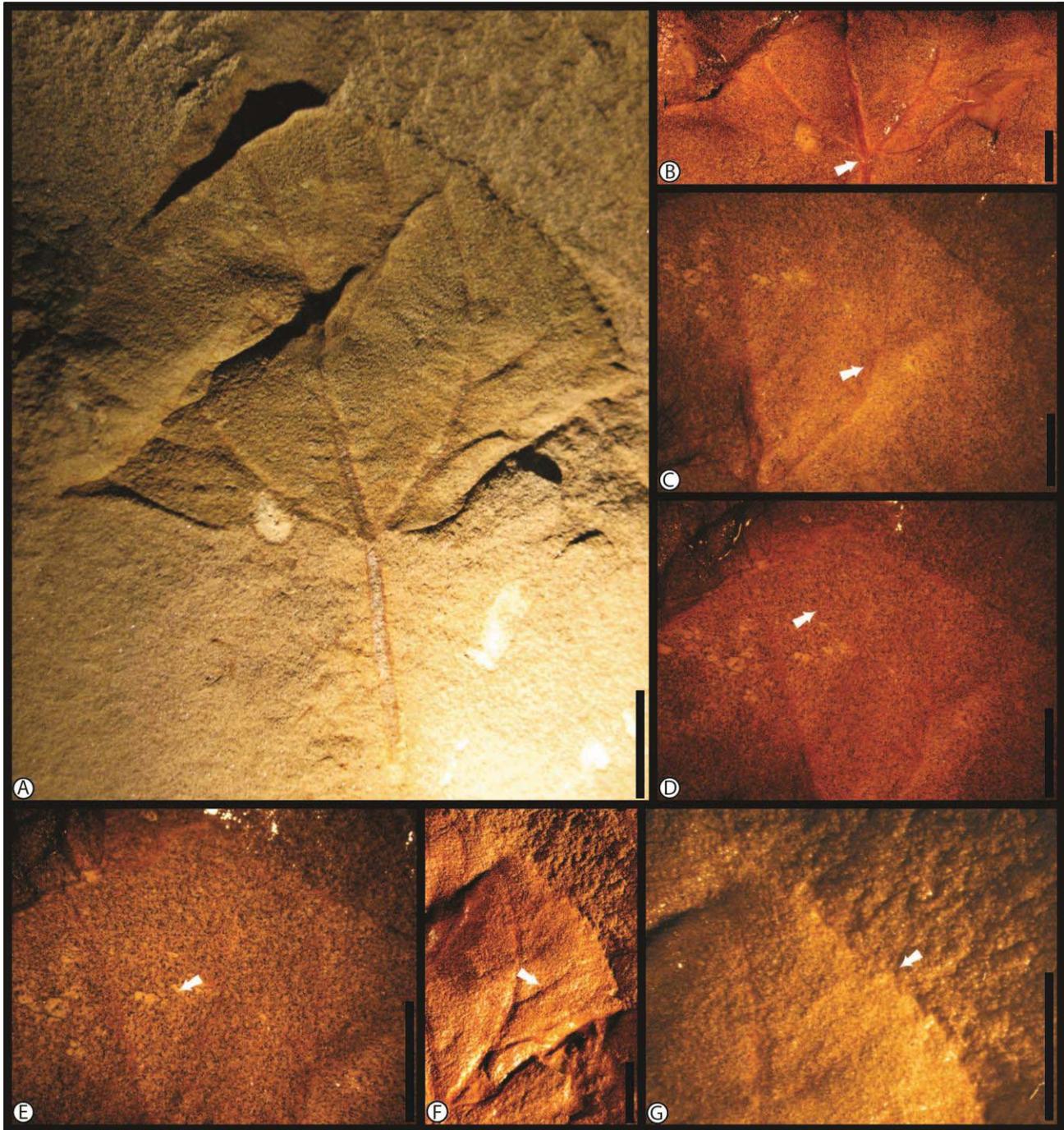


Lámina 13: Morfotipo 1, perteneciente a la familia Salicaceae, aff. *Populus*; A. Vista general del morfotipo (escala=1cm). B. Base con 3 venas basales (escala=5mm). C. Venas secundarias mayores cladódromas (escala=5mm). D. Venas terciarias intercostales percurrentes mixtas (escala=5mm). E. Venas cuaternarias reticuladas de forma irregular (escala=5mm). F. Venas agrófitas simples de curso craspedódromo (escala=1cm). G. Dientes st/st y st/cv (escala=1cm).

Género: aff. *Populus*.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 5.3

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja ovada, micrófila, ligeramente asimétrica, peciolo marginal, base asimétrica truncada, venación primaria palmada, venación secundaria mayor cladódroma con unión a la vena media decurrente, venas terciarias intercostales y epimediales percurrentes mixtas, venación de cuarto y quinto orden reticuladas regular, venas agrófitas semicraspedódromas. Margen serrado con dientes tipo convexa tanto en el flanco proximal como en el flanco distal, convexo en el lado distal y cóncavo en el proximal, y convexo en el lado distal y recto en el proximal, sinus angular y tejido no específico en el ápice del diente.

Descripción:

Parte y contraparte de una hoja fósil completa, ovada, micrófila, de 5.5 cm de largo y 3.5 cm de ancho, con un área foliar de 1443.75mm² (Lámina 14, Fig. A), ligeramente asimétrica tanto en la parte media de la lámina como en la base, presenta un peciolo de 2.5 cm de largo unido a la lámina de forma marginal, ápice redondeado, formando un ángulo agudo de 63°, base truncada formando un ángulo obtuso de 96° (Lámina 14, Fig. B). Venación primaria palmada actinódroma basal con 3 venas basales; las dos primarias formando ángulos de 40° con respecto a la vena media. Venación secundaria mayor cladódroma (Lámina 14, Fig. C), cuyo espaciamiento aumenta abruptamente de forma proximal a la base, unidas de forma decurrente con la vena media y ángulo uniforme de 60° a lo largo de la lámina (Lámina 14, Fig. D). Venas terciarias intercostales percurrentes mixtas de ángulo obtuso que se incrementa de forma proximal con respecto a la vena media (Lámina 14, Fig. E); las venas terciarias epimediales son percurrentes mixtas, perpendiculares respecto a la vena media y paralelas a las secundarias subyacentes, en la parte distal son basiflexas y paralelas a las terciarias intercostales (Lámina 14, Fig. F). Venas de cuarto y quinto orden con curso reticulado

regular (Lámina 14, Fig. G). Venas agrófitas de curso semicraspedódromo (Lámina 14, Fig. H). Margen serrado, con espaciamiento regular entre dientes, presenta dos órdenes de dientes y cuatro dientes por centímetro de forma convexa tanto en el flanco proximal como en el flanco distal (cv/cv), convexo en el lado distal y cóncavo en el proximal (cv/cc) y convexo en el lado distal y recto en el proximal (cv/st), en todos los casos el sinus es angular y el diente presenta vena principal que termina en el flanco distal y el ápice de este presenta tejido no específico, probablemente tilado o casidado (Lámina 14, Fig. I).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 5.3, se comparó con la familia Salicaceae, según la clasificación de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms (1900-1907), y se hizo una consulta de toda esta familia en el MEXU, seleccionando a las especies que presentaran mayor parecido con el morfotipo fósil. Las especies seleccionadas fueron todas del género *Populus*: *P. alba* (Lámina 16, Fig. A), *P. deltoides* (Lámina 16, Fig. B), *P. dimorpha* (Lámina 16, Fig. C), *P. fremontii* (Lámina 16, Fig. D), *P. simaroa* (Lámina 16, Fig. E) y *P. tremuloides* (Lámina 16, Fig. F).

La morfología foliar del fósil es comparable con la del género *Populus* (Tabla 6), pero no se encontró ninguna especie que presentara suficiente afinidad con el morfotipo.

Los caracteres que crean la afinidad del morfotipo 5.3 con el género *Populus* son el margen serrado, forma ovada, la base obtusa y unión de las venas secundarias con la vena media de tipo decurrente.

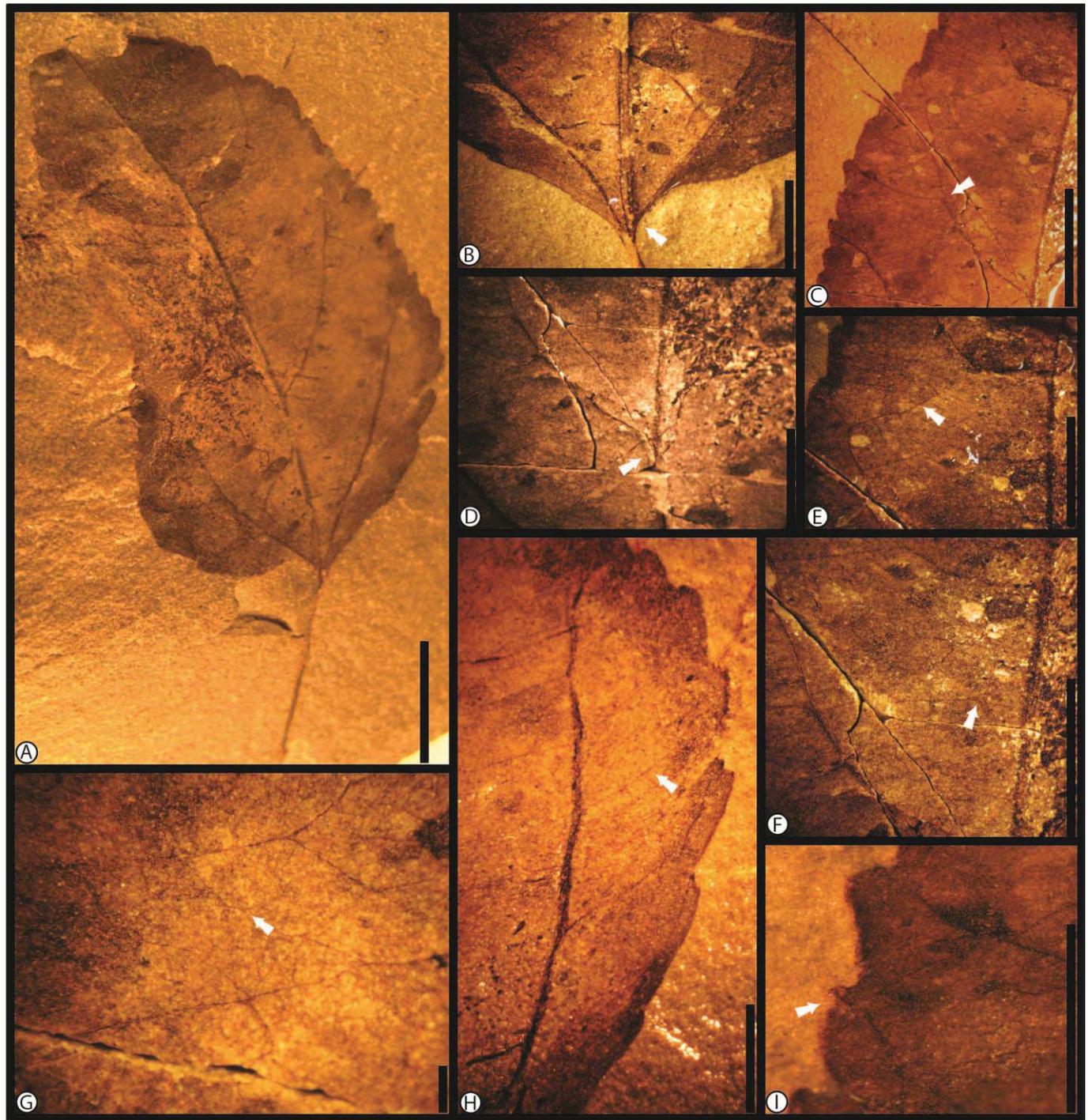


Lámina 14: Morfortipo 5.3, perteneciente a la familia Salicaceae, aff. *Populus* A. Vista general del morfortipo (escala=1cm). B. Base con 3 venas (escala=5mm). C. Venas secundarias mayores cladódromas (escala=5mm). D. Unión de venas secundarias mayores de tipo decurrente (escala=5mm). E. Venas terciarias intercostales percurrentes mixtas (escala=5mm). F. Venas terciarias epimediales percurrentes mixtas (escala=5mm). G. Venas cuaternarias y de quinto orden ramificadas de forma regular (escala=1mm). H. Venas agrófitas semicraspedódromas (escala=5mm). I. Dientes de tipo cv/cc (escala=5mm).

Género: aff. *Populus*.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 1.1

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja ovada, notófila, simétrica, peciolo marginal, base simétrica truncada, venación primaria palmada, unión decurrente de venas secundarias mayores a la vena media, venas terciarias intercostales y epimediales percurrentes opuestas, venas agrófitas craspedódromas. Margen serrado con dientes tipo distal recto y flanco proximal del diente convexo, sinus redondeado y tejido no específico en el ápice del diente.

Descripción:

Hoja fósil incompleta, ovada, notófila, de 7cm de largo y 6.4cm de ancho, en total 3360mm² (Lámina 15, Fig. A), peciolo marginal, lámina simétrica, base simétrica, truncada formando un ángulo obtuso de 182°, ápice ausente. Venación primaria palmada actinódroma basal, con 5 venas basales (Lámina 15, Fig. B), de las cuales 2 son principales. Unión de venas secundarias mayores de forma excurrente (Lámina 15, Fig. C) y espaciamiento que aumenta abruptamente hacia la base. Venas terciarias intercostales percurrentes opuestas de curso sinuoso y ángulo obtuso de 47° que es consistente a lo largo de la lámina (Lámina 15, Fig. E), venas terciarias epimediales son percurrentes opuestas, perpendiculares a la vena media en la parte proximal y paralela a las terciarias intercostales en el lado distal (Lámina 15, Fig. F). Venas agrófitas presentes con curso craspedódromo (Lámina 15, Fig. D). Margen dentado, con un orden de dientes y espaciamiento aparentemente regular entre estos, 1.5 dientes por centímetro, flanco distal recto y flanco proximal del diente convexo (st/cv), sinus redondeado, vena principal presente, perteneciente a una vena secundaria o terciaria que termina en el flanco distal y el ápice presenta característica no específicas probablemente un ápice tilado (Lámina 15, Fig. G).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 1.1, al igual que el morfotipo 5.3 se comparó con la familia Salicaceae, según la clasificación de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Farns (1900-1907), y se hizo una consulta de toda esta familia en el MEXU seleccionando a las especies que presentaran mayor parecido con el morfotipo fósil. Las especies seleccionadas fueron todas del género *Populus*: *P. alba* (Lámina 16, Fig. A), *P. deltoides* (Lámina 16, Fig. B), *P. dimorpha* (Lámina 16, Fig. C), *P. fremntii* (Lámina 16, Fig. D), *P. simaroa* (Lámina 16, Fig. E) y *P. tremuloides* (Lámina 16, Fig. F).

Este morfotipo fósil se identifica como afín al género *Populus* (Tabla 6), pero no se encontró una especie con la que tuviera una gran afinidad.

Los caracteres que crean la afinidad del morfotipo 5.3 con el género *Populus* son el margen serrado, forma ovada, la base obtusa y unión de venas secundarias con la vena media de tipo excurrente.

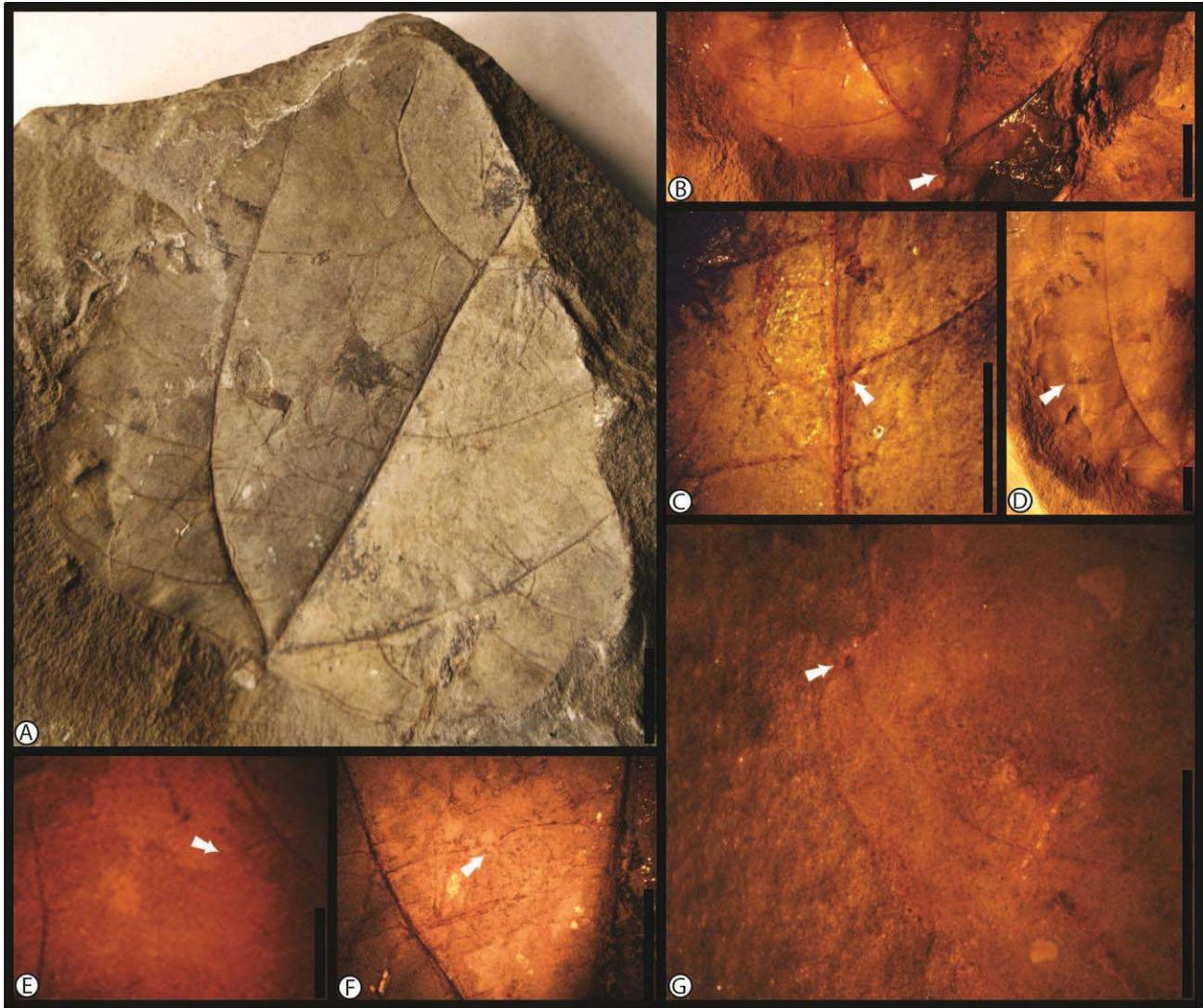


Lámina 15: Morfortipo 1.1, perteneciente a la familia Salicaceae, aff *Populus*; A. Morfortipo completo (escala=1cm); B. Base con 5 venas (escala=1cm). C. Unión de venas secundarias de tipo excurrente (escala=5mm). D. Venas agrófitas con curso craspedódromo (escala=1cm). E. Venas terciarias intercostales percurrentes opuestas de curso sinuoso (escala=5mm). F. Venas terciarias epimediales percurrentes opuestas (escala=1mm). G. Diente de tipo st/cv, con tejido en el ápice (escala=5mm).

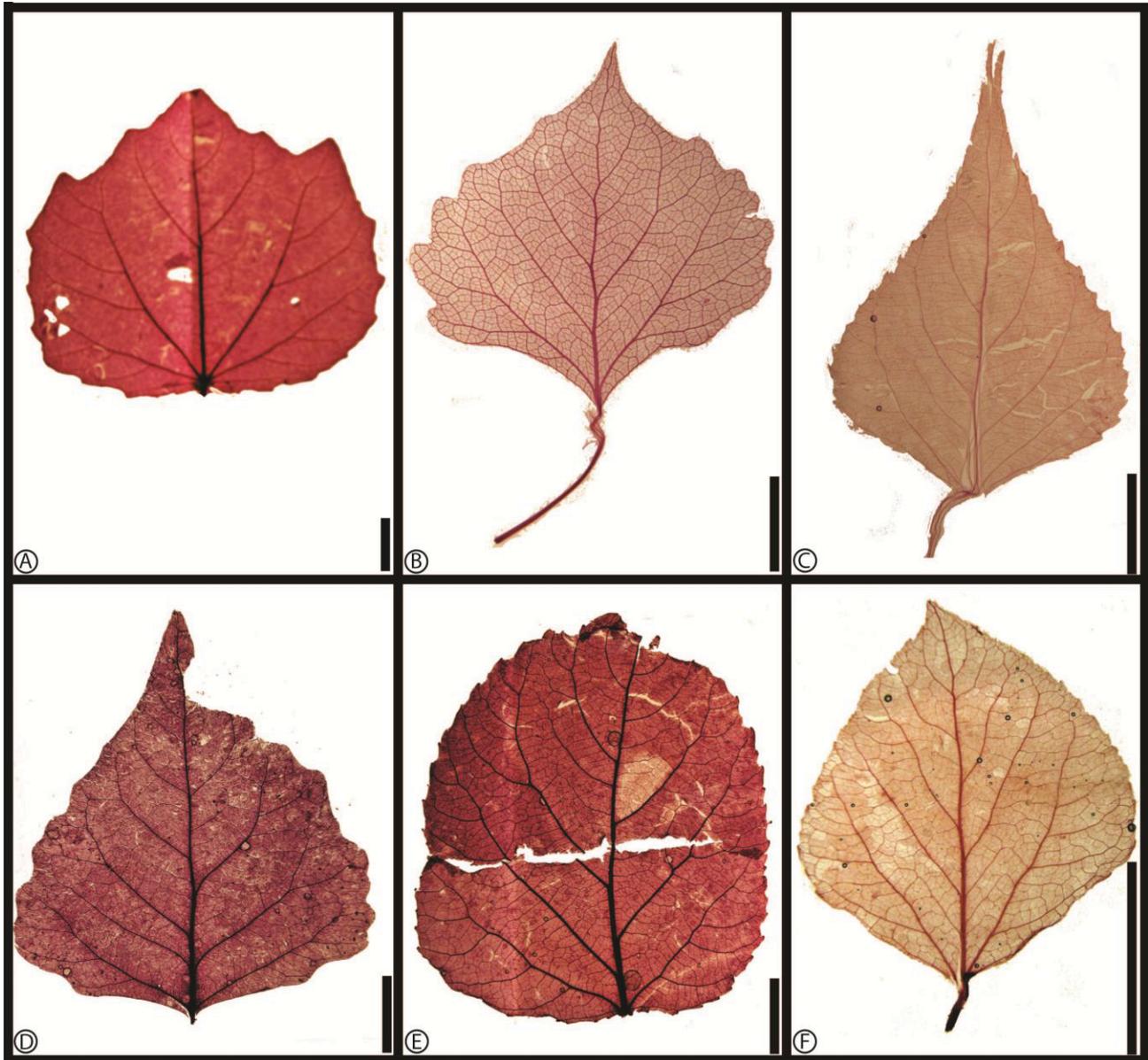


Lámina 16: Hojas aclaradas de distintas especies del Género *Populus*, Familia Salicaceae; A. *P. alba* (escala=1cm); B. *P. deltoides* (escala=1cm); C. *P. dimorpha* (escala=1cm); D. *P. fremontii* (escala=1cm); E. *P. simaroa* (escala=1cm); F. *P. tremuloides* (escala=1cm).

Tabla 6: Comparación de los morfotipos 1, 1.1, 10 y 5.3 con hojas pertenecientes a la familia Salicaceae, subfamilia Salicoideae, obtenidas del Herbario MEXU.

Subfamilia	Fósil				Salicoideae					
Especie	1	1.1	5.3	10	<i>Populus alba</i>	<i>Populus deltoides</i>	<i>Populus ðimorpha</i>	<i>Populus fremontii</i>	<i>Populus simaroa</i>	<i>Populus tremuloides</i>
Unión de la lámina	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal
Tamaño de lámina	Micrófila	Notófila	Micrófila	Micrófila	Mesófila	Micrófila	Notófila	Notófila	Notófila	Micrófila
L:W	3.5 : 4	07:06.4	5.5 : 3.5	5.5 : 4.5	7.3 : 8.3	3.7 : 3.8	07:04	6.1 : 5.3	7.8 : 6.7	2.8 : 1.9
Área de la lámina en mm ²	1050	3360	1443.75	1856.25	4544.25	1054.5	2100	2424.75	3919.5	399
Forma de la lámina	Ovada	Ovada	Ovada	Oblonga	Oblonga	Ovada	Ovada	Ovada	Oblonga	Ovada
Simetría de la lámina	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica
Lobación	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Tipo de margen	Serrado	Serrado	Serrado	-----	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado	Serrado
Forma del ápice	Recto	-----	Redondeado	-----	Recto	Recto	Recto	Recto	Convexo	Recto
Ángulo del ápice	Agudo	-----	Agudo	-----	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Obtuso	Agudo
Ángulo del ápice en grados	87	-----	63	-----	89	46	22	50	101	81
Forma de la base	Truncada	Truncada	Cóncavo-convexa	Cuneada	Truncada	Cuneada	Cuneada	Cuneada	Cordada	Cuneada
Simetría de la base	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Simétrica
Ángulo de la base	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Agudo	Obtuso	Obtuso	Agudo
Ángulo de la base en grados	141	182	96	104	180	92	74	145	185	61
Venación primaria	Palmada actinódroma basal	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma basal				
Número de venas basales	3	5	3	5	7	3	3	3	3	5
Venación secundaria mayor	Craspedódromo	-----	Cladódroma	Craspedódroma	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo	Semi-craspedódromo
Unión de secundarias mayores	Excurrente	Excurrente	Decurrente	Excurrente	Decurrente	Decurrente	Excurrente	Excurrente y decurrente	Excurrente	Excurrente
Espaciamiento de secundarias mayores	Aumenta abruptamente de forma proximal	Regular	Decrece de forma proximal	Irregular	Aumenta abruptamente de forma proximal					
Secundarias interiores	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausente	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes

Subfamilia	Fósil				Salicoideae					
Especie	1	1.1	5.3	10	<i>Populus alba</i>	<i>Populus deltoides</i>	<i>Populus dimorpha</i>	<i>Populus fremontii</i>	<i>Populus simaroa</i>	<i>Populus tremuloides</i>
Venas intersecundarias	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas	Paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas	Paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas	Paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas	Paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas	Paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas	Paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas
Venas terciarias intercostales	Mixtas	Percurrente opuesto sinuoso	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas
Terciarias epimediales	-----	Percurrentes opuestas	Mixtas	Percurrentes opuestas						
Venas cuaternarias	Reticulado regular	-----	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular
Venas agrófitas	Simple	Simple	Compuestas	Simple	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas
Curso de secundarias menores	Craspedódromo	Craspedódromo	Semi-craspedódromo	Simple broquidódromo						
Espaciamiento entre dientes	Regular	Regular	Regular	-----	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Número de ordenes de dientes	1	1	2	-----	3	1	1	1	1	1
Número de dientes por centímetro	8	1.5	4	-----	2	2	5	2	2	9
Forma del diente	ST/ST, ST/CV	RT/CV	CV/CV, CV/CC, CV/ST	-----	RT/RT, ST/ST	CV/CV	ST/CV, CC/CV, ST/ST	CV/CV	RT/CV	ST/CV
Forma del sinus	Angular	Redondo	Angular	-----	Redondo	Redondo	Redondo	Redondo	Redondo	Angular
Vena principal	-----	Presente	Presente	-----	Presente	Ausente	Presente	Presente	Presente	Presente
Terminación de la vena principal	-----	Flanco distal	Flanco distal	-----	Ápice	-----	Ápice	Ápice	Ápice	Ápice
Características especiales del ápice del diente	-----	Característica no específica	Característica no específica	-----	Característica no específica	Simple	Característica no específica	Característica no específica	Característica no específica	Característica no específica

Diagnosis y registro fósil de la familia Salicaceae.

Árboles o hierbas, de hojas deciduas, alternas o espiraladas, simples, usualmente dentadas y estos dientes mayormente son de tipo salicoide, en el que la vena que entra a este se expande en el ápice del diente y se asocia con una estructura esférica o glandular. La venación principal puede ser pinnada o palmada y las estipulas pueden estar presentes. La inflorescencia es determinada o indeterminada, de forma variada y en algunos casos las flores son solitarias. bisexuales o unisexuales, radiales, los sépalos van de 3 a 8, al igual que los pétalos, los estambres van de 2 a múltiples, los granos de polen son tricolpados o tricolporados. Los carpelos usualmente son 2 a 4, el ovario es supero con placentación parietal. El fruto es una cápsula o drupa.

La familia cuenta con 1010 especies ordenadas en 55 géneros y se distribuyen desde zonas templadas-tropicales del norte, hasta regiones árticas (Judd *et al.*, 2012).

Pleuranthodendron es un género monotípico (*Pleuranthodendron lindenii*), distribuido desde México hasta el trópico de Sudamérica.

El género *Hasseltia*, es un género que cuenta con 12 especies distribuidas desde México hasta los Andes (Klucking, 1992).

Finalmente el género *Populus* cuenta con un aproximado de 30 especies de las cuales 15 se encuentran en México, son especies pioneras en los bosques boreales y dominantes en la vegetación riparia, de distribución cosmopolita, solo estando ausentes en Groenlandia y Oceanía (Ayala y Solano, 2011).

Al definir a la familia Salicaceae, con el APG II, se incluyen a esta familia varios géneros de la antigua familia Flacourtiaceae y se incluyó dentro del orden Malphigiales. La monofilia de esta familia, está bien soportada por secuencias de DNA, aunque la única sinapomorfia morfológica es el diente salicoide (Judd *et al.*, 2002; Singh, 2004).

Los registros fósiles para esta familia son abundantes. En cuanto al género *Salix*, se conoce polen para el oligoceno de Puerto Rico, mioceno de Europa. En cuanto a fósiles de maderas se reportan géneros como *Dryoxylon*, *Salicinoxylon* y *Populoxylon*, para el Plioceno de Italia, también para esta época se han reportado maderas e Salicaceae en Hungría, Alemania y Holanda. Un poco más antiguo, en el Mioceno de Colorado está la madre de *Salix pawneensis* (Collinson, 1992).

Se reportan inflorescencias del Plioceno de Polonia asociadas con infrutescencias y hojas de *Salix*. Otras inflorescencias masculinas del Mioceno superior se encontraron en Australia y Alemania y en el Eoceno temprano de Estados Unidos.

En el registro fósil también hay infrutescencias del género *Salix* del Oligoceno-Mioceno de Alaska y del Neógeno de Europa; en cuanto al género *Populus* también se han encontrado infrutescencias en el Plioceno temprano de Nevada, Oligoceno de Colorado y Neógeno de Europa y géneros extintos del Terciario como *Saliciphyllum conwentz* y *Populites goppert* de Polonia.

El registro de hojas fósiles de *Populus* se reportan para el Paleoceno tardío de Dakota del Norte, el Eoceno de Wilcox y Green River, Washington y Alaska; Mioceno tardío en China, Oligoceno temprano de Kazakstán. Reportes de *Salix* en el registro fósil de Norteamérica es muy común y se tienen registros de casi todo el Cenozoico.

Considerando a las Flacourtiaceae como una familia dentro de Salicaceae, se puede contar en el registro al género *Aphloioxylon*, hoja del Paleoceno de Argentina, otras hojas del Maastrichtiano superior, frutos del Eoceno temprano de Inglaterra y hojas, frutos y semillas parecidos al género *Idesia* del Eoceno temprano de Norteamérica (Benton 1993).

Orden: Laurales.

Familia: Lauraceae.

Subfamilia: Lauroideae.

Tribu: Cinnamomeae.

Género: *Cinnamomum*. Schaeff.

Número de ejemplares revisados: 5 (Apéndice 6)

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 6.3

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis:

Hoja ovada, notófila, simétrica, peciolo marginal, margen entero, ápice recto, base simétrica y recta, venación primaria palmada, venación secundaria mayor broquidódroma con unión a la vena media decurrente, venas terciarias intercostales y epimediales percurrentes opuestas, venación de cuarto orden reticulada regular y altos ordenes de venación formando areolas bien desarrolladas.

Descripción:

Parte y contraparte de hoja fósil, casi completa, ovada, notófila de 13 cm a 4 cm de largo y de 3 cm a 12.4 de ancho, la superficie laminar va de 2137.5 mm² a 3600 mm² (Lámina 17, Fig. A), simétrica, margen entero, peciolo unido a la lámina de forma marginal, ápice recto formando un ángulo agudo de 25° a 70°, base recta formando un ángulo agudo de 60° a 75°. Venación primaria palmada actinódroma basal, 3 venas basales (Lámina 17, Fig. B), que forman un ángulo agudo de 22° con respecto la vena media; venación secundaria mayor broquidódroma (Lámina 17, Fig. C) y con espaciamiento que aumenta abruptamente de forma proximal hacia la base, unidas a la vena media de forma decurrente con ángulos uniformes que oscilan entre 43° y 55°; venas terciarias intercostales percurrentes opuestas sinuosas de ángulo obtuso (Lámina 17, Fig. D); venas terciarias epimediales percurrentes opuestas (Lámina 17, Fig. E), en el lado proximal son perpendiculares a la vena media y basiflexas y paralelas a las terciarias intercostales en el flanco distal; venas cuaternarias formando un patrón reticulado regular (Lámina 17, Fig. F); altos ordenes de venación formando areolas bien desarrolladas (Lámina 17, Fig. G).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 6.3 se comparó con la familia Lauraceae, se hizo una consulta de toda esta familia en el herbario en línea del Kew Botanical Garden y una consulta de los géneros *Cinnamomum*, *Litsea*, *Nectandra* y *Neolitsea* en el MEXU, seleccionando a las especies que presentaran mayor parecido con el morfotipo fósil. Las especies seleccionadas fueron: *Cinnamomum bractefoliaceum* Lorea-Hern., *Cinnamomum breedloveii* (Lundell) Kosterm., *Cinnamomum insularimontanum* Hayata, *Cinnamomum neurophyllum* (Mez & Pittier) Kosterm., *Cinnamomum sellowianum* (Nees & Mart.) Kosterm., *Cinnamomum triplinerve* (Ruiz y Pav.) Ksterm., *Cinnamomum zapatae* Lorea-Hern., *Litsea novoleontis* Bartlett, *Litsea parvifolia* (Hemsl.) Mez, *Nectandra cuspidata* Nees & Mart., *Nectandra globosa* (Aubl.) Mez y *Neolitsea aciculata* (Blume)Koidz.

El fósil se identifica como afín al género *Cinnamomum*, al comparar los caracteres morfológicos del fósil, con las hojas actuales, es posible ver que comparten gran cantidad de caracteres como el peciolo marginal, lámina ovada y simetría, margen entero, ápice recto y agudo, base cuneada y aguda, venación primaria palmada actinódroma basal, venación secundaria mayor broquidódroma, terciarias epimediales opuestas percurrentes y la venación cuaternaria con patrón

reticulado regular; caracteres que a su vez están en la subfamilia Lauroideae, según APG III (Tabla 7).

Aunque existe un patrón morfológico foliar constante, presente para la subfamilia Lauroideae, los caracteres por los que se puede descartar a todas las especies de cada género son:

**Litsea*: Ancho de la base, tipo de venación primaria, espaciamiento de secundarias mayores y patrón de venación de las terciarias intercostales (Lámina 18, Fig. H e I).

**Nectandra*: Tipo de venación primaria y venación secundaria con diferente patrón (Lámina 18, Fig. J y K).

**Neolitsea*: Diferente tipo de venación primaria, unión de venas secundarias con la vena media y patrón de venación de las terciarias intercostales (Lámina 18, Fig. L).

Los caracteres foliares que ubican al fósil con el género actual *Cinnamomum* (Lámina 18, Fig. A- G) son el margen entero, base aguda, venación primaria palmada actinódroma basal y unión de las venas secundarias a la vena media de tipo excurrente (Tabla 7).

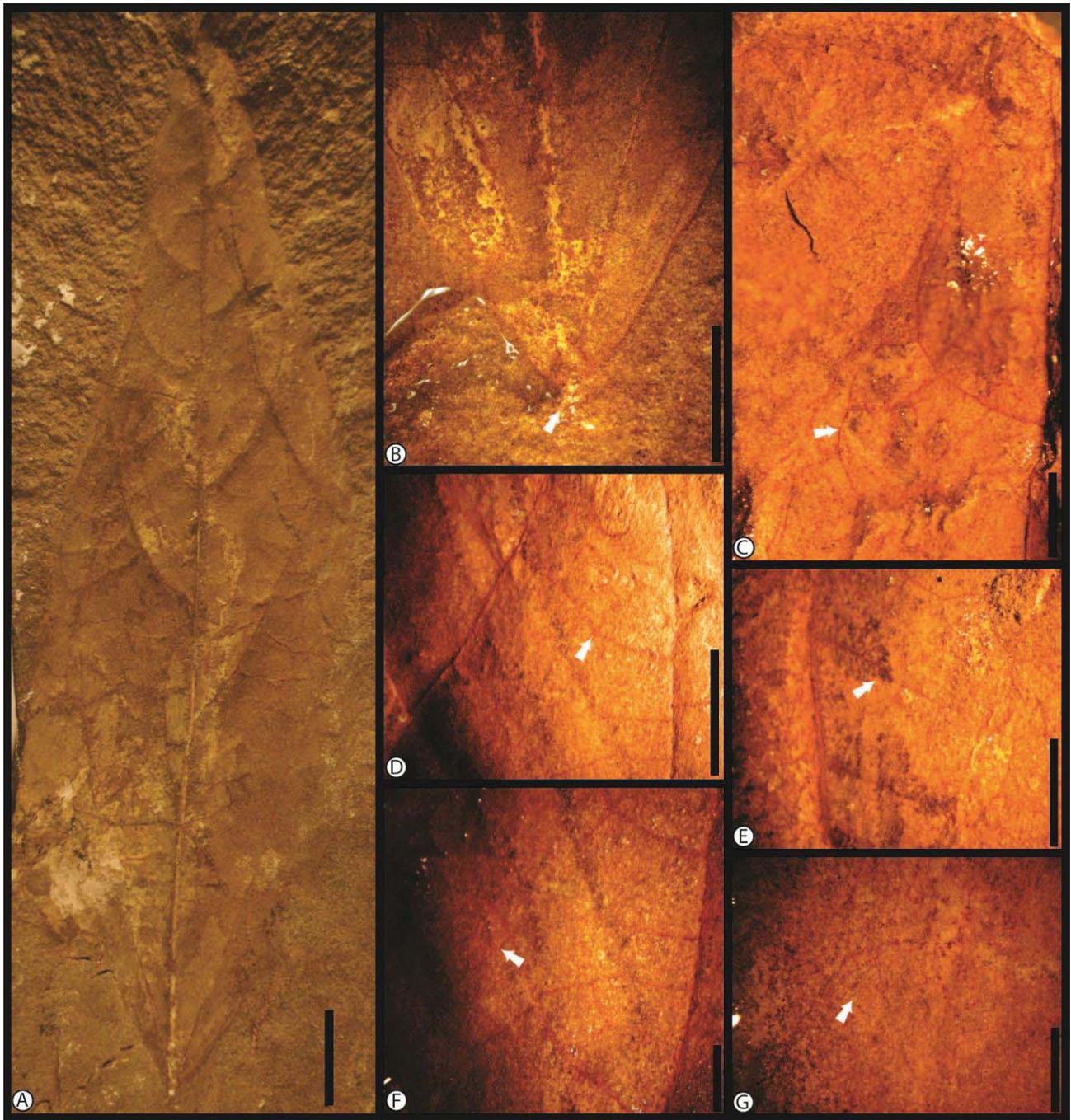


Lámina 17: Morfotipo 6.3, perteneciente a la familia Lauraceae, género *Cinnamomum*; A. Vista general del morfotipo (escala=1cm). B. Base con 3 venas (escala=5mm). C. Venas secundarias mayores broquidódromas (escala=5mm). D. Venas terciarias intercostales percurrentes opuestas, sinuosas (escala=5mm). E. Venas terciarias epimediales percurrentes opuestas (escala=5mm). F. Venas cuaternarias reticuladas de forma regular (escala=1mm). G. Altos ordenes de venación formando areolas bien desarrolladas (escala=1mm).

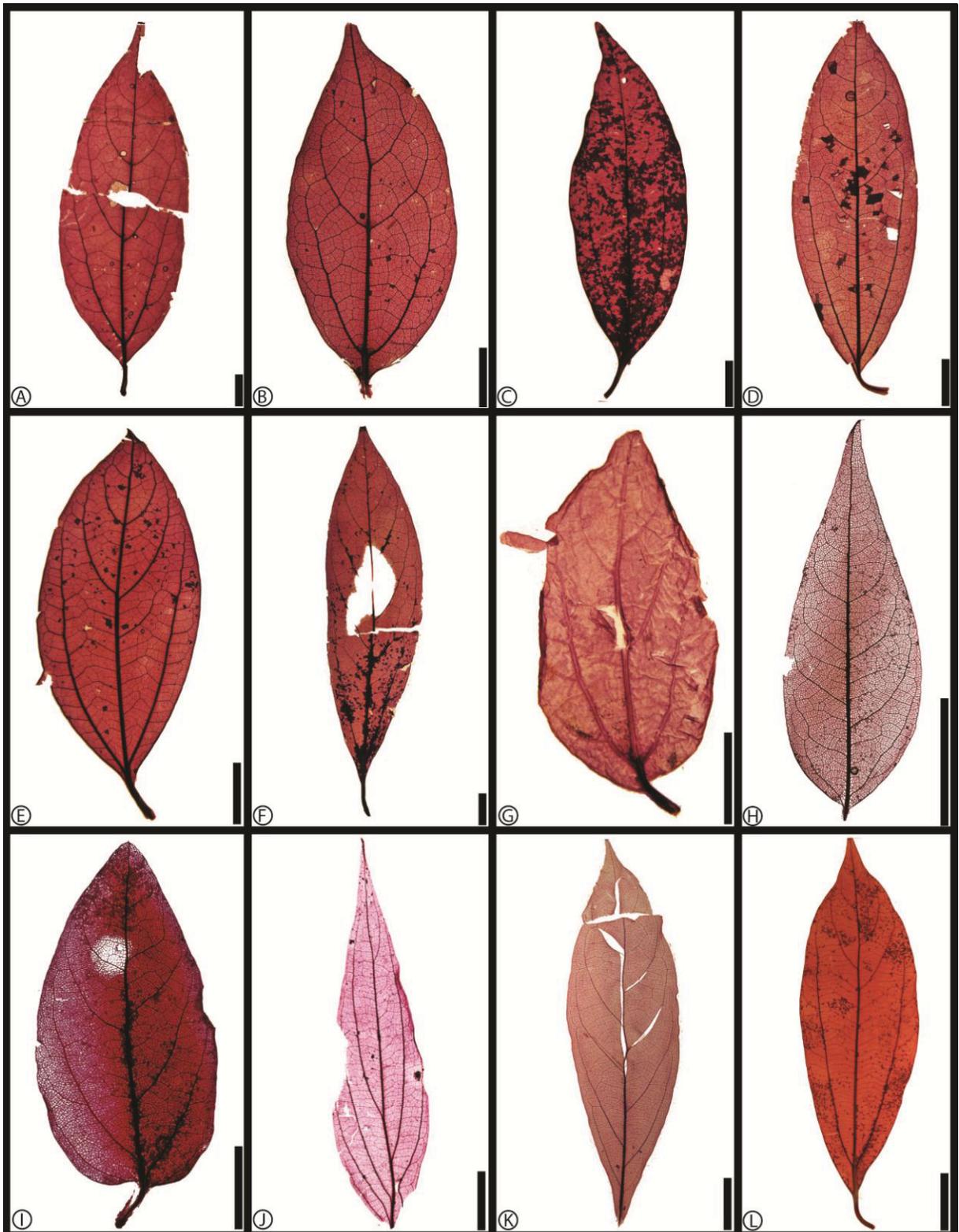


Lámina 18: Hojas aclaradas de distintas especies de la familia Lauraceae; A. *Cinnamomum bractefoliaceum* (escala=1cm). B. *Cinnamomum breedloveii* (escala=1cm). C. *Cinnamomum insularimontanum* (escala=1cm). D. *Cinnamomum neurophyllum* (escala=1cm). E. *Cinnamomum sellowianum* (escala=1cm). F. *Cinnamomum triplinerve* (escala=1cm). G. *Cinnamomum zapatae* (escala=1cm). H. *Litsea novoleontis* (escala=1cm). I. *Litsea parvifolia* (escala=1cm). J. *Nectandra curpidata* (escala=1cm). K. *Nectandra globosa* (escala=1cm). L. *Neolitsea aciculata* (escala=1cm).

Tabla 7: Comparación del morfotipo 6.3 con hojas pertenecientes a la familia Lauraceae, obtenidas del Herbario MEXU.

Subfamilias	Fósil	Lauroideae											
Especie	6.3	Cinnamomum bractefoliaceum	Cinnamomum breedloveii	Cinnamomum insularimomentanum	Cinnamomum neurophyllum	Cinnamomum sellowianum	Cinnamomum triplinerve	Cinnamomum zapatae	Litsea novoleontis	Litsea parviflora	Nectandra cuspidata	Nectandra globosa	Neolitsea aciculata
Unión de la lámina	Marginal	Marginal.	Marginal.	Marginal.	Marginal.	Marginal.	Marginal.						
Tamaño de lámina	Notófila	Notófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila	Notófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila	Micrófila
L:W	13:03.2	10:04.2	6.9 : 3.2	6.8 : 2.2	7.8 : 2.7	5.6 : 2.5	13:03.3	4.7 : 2.2	4.3 : 1.6	3.9 : 2.1	6.8 : 1.7	08:02.1	6.3 : 2.1
Área de la lámina en mm ²	3120	3150	1656	1122	1579.5	1050	3217.5	775.5	516	614.25	867	1260	992.25
Forma de la lámina	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada	Ovada							
Simetría de la lámina	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica							
Lobación	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente							
Tipo de margen	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero							
Forma del ápice	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto							
Ángulo del ápice	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo							
Ángulo del ápice en grados	25	47	51	32	60	74	37	57	34	67	22	54	44
Forma de la base	Cuneada	Convexa	Cuneada	Redondeada	Cuneada	Cuneada	Cuneada						
Simetría de la base	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica	Simétrica							
Ángulo de la base	Agudo	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Agudo	Agudo	Agudo						
Ángulo de la base en grados	60	83	88	68	69	72	53	116	96	142	81	37	57
Venación primaria	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma suprabasal	Palmada actinódroma suprabasal	Palmada actinódroma basal	Palmada actinódroma suprabasal	Palmada actinódroma suprabasal	Palmada actinódroma suprabasal	Palmada actinódroma suprabasal	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Palmada actinódroma suprabasal
Número de venas basales	5	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Venación secundaria mayor	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma festonada	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma	Eucamptódroma	Broquidódroma	Broquidódroma
Unión de secundarias mayores	Decurrente	Deflexo	Deflexo	Deflexo	Decurrente	Deflexo	Deflexo						
Espaciamiento de secundarias mayores	Aumenta abruptamente de forma proximal	Regular	Regular	Decrece de forma proximal	Regular	Aumenta abruptamente de forma proximal							

Subfamilias	Fósil	Lauroideae											
Especie	6.3	Cinnamomum bractefoliaceum	Cinnamomum breedloveii	Cinnamomum insularimomentanum	Cinnamomum neurophyllum	Cinnamomum sellowianum	Cinnamomum triplinerve	Cinnamomum zapatae	Litsea novoleontis	Litsea parviflora	Nectandra cuspidata	Nectandra globosa	Neolitsea aciculata
Variación del ángulo de las secundarias mayores	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme
Secundarias interiores	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Venas intersecundarias	Ausentes	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Ausentes	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Paralelas a las secundarias mayores, de más del 50% de longitud se ramifican	Ausentes	Ausentes	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Ausentes
Venas terciarias intercostales	Opuestas percurrentes, sinuosas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	Mixtas	----	Mixtas	Opuestas percurrentes, sinuosas	Opuestas percurrentes, sinuosas	Opuestas percurrentes, sinuosas	Mixtas
Terciarias epimediales	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto	Percurrente opuesto
Venas cuaternarias	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	----	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular
Venas agrófitas	----	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Compuestas	Ausentes	Compuestas	Compuestas	Ausentes	Compuestas

Diagnos y registro fósil de la familia Lauraceae.

Árboles o hierbas, en ocasiones plantas parásitas. Hojas alternas o espiraladas, ocasionalmente opuestas, simples y raramente lobadas, enteras, con venación principal pinnada y algunas veces el par de venas secundarias más cercano a la base es más prominente y corre hacia el ápice de la lámina, por lo que se considera que llega a ser palmada, todas las venas son claramente visibles. Las inflorescencias son determinadas o indeterminadas. Las flores son bisexuales o unisexuales, radiales y pequeñas, usualmente 6 tépalos, de 3 a 12 estambres, los granos de polen no presentan aperturas. Un carpelo, ovario súpero y placentación más o menos apical. El fruto es una drupa.

La familia consta de 2500 especies en 50 géneros que se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales y son especialmente diversos en el sureste de Asia y norte de Sudamérica y son características de Selvas tropicales (Judd *et al*,2002; Sigh, 2004).

El género *Cinammomum* consta de 200 a 350 especies distribuidas principalmente en el sureste de Asia, India, Australia y las Islas del Pacífico. En el neotrópico, este género se constituye por 50 especies que van desde el centro de México hasta el sur de Brasil, Paraguay y el norte de Argentina (Quinet, 2005).

El registro fósil de la familia en el Cenozoico es muy abundante, la mayoría de los registros son de maderas y hojas. En el Cretácico temprano su distribución es muy amplia (Bannister *et al*, 2012). El registro más antiguo que se tiene es *Potomacanthus lobatus*, una pequeña flor del Cretácico temprano de Virginia; también existen reportes de hojas de esta época en Portugal y del Cretácico tardío de la Republica Checa, aunque estos registros son cuestionados. En cuanto a las maderas del Cretácico se ha descrito a *Sessafrosoxylon gottwaldii* proveniente de la Antártica. Existen flores fósiles de Lauraceae que datan del Cretácico tardío como *Neusenina tetrasporangiata* de Carolina del Norte y *Lauranthus futabensis* de Japón; además se reporta polen de esa fecha para Norteamérica. También existen compresiones de flores de *Androglandula tennesensis* del Eoceno medio de Tenese y *Litseopsis rottensis* y *Lindera rottensis* del Mioceno de Alemania. De *Cinnaomum prototypum*, *Cinnamomum felixii* y *Trianthera eusideroxyliodes* también se conocen flores pero estas conservadas en tercera dimensión en ámbar del Eoceno-Oligoceno del Báltico (Friiz *et al*, 2011).

Específicamente en el caso de las hojas, se refieren a los géneros *Laurophyllum*, *Laurophyllites*, *Daphogene*, *Daphnophyllum*, *Cinnamomoides*, *Cinnamomophyllum* además de otros géneros extintos, d hojas, polen, frutos y maderas (Bannister *et al*, 2012)

Orden: Sapindales.

Familia: Anacardiaceae.

Subfamilia: Anacardioideae.

Tribu: Buchananieae.

Género: *Buchanania* Spreng.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 3.

Etimología: Se deja pendiente para la publicación formal.

Diagnosis: Hoja oblonga, micrófila, simétrica, margen entero, peciolo marginal, ápice redondeado, base asimétrica con extensión en uno de los lados, venación primaria pinnada, venación secundaria mayor cladódroma con unión a la vena media decurrente, venas intersecundarias largas y paralelas a las secundarias mayores, venas terciarias reticulares regular, venación de cuarto orden reticulada regular, areolas bien desarrolladas.

Descripción: Hoja fósil completa oblonga, micrófila de 8 cm de largo y 3.3 cm de ancho, en total 1,980 mm² de superficie laminar (Lámina 19A), simétrica, margen entero, peciolo presente, unido a la lámina de forma marginal, ápice redondeado, formando un ángulo agudo de 75°, base asimétrica, con extensión de 1cm en uno de los lados y ángulo reflexo de 272° (Lámina 19B). Venación primaria pinnada. Venación secundaria mayor cladódroma (Lámina 19D) con espaciamiento regular y unidas de forma decurrente con respecto a la vena media (Lámina 19C), ángulos agudos uniformes de 45° en promedio, menos de una vena intersecundaria por área intercostal, paralelas a las secundarias mayores, de más del 50% de longitud. Venas terciarias reticuladas de forma regular

(Lámina 19E), venación cuaternaria con patrón reticulado regular, formando areolas bien desarrolladas (Lámina 19F).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 3 se comparó con la familia Anacardiaceae, se hizo una consulta de la familia en el herbario en línea del Kew Botanical Garden (K) y una consulta de los géneros *Astronium*, *Buchaniana*, *Dracontomelon*, *Mauria*, *Ozoroa*, *Pistacia*, *Pseudospondias*, *Shinopsis*, *Spondias* y *Tapirira* en el MEXU. Se seleccionaron las especies que presentaban mayor parecido con el morfotipo fósil. Las especies seleccionadas fueron: *Astronium lecointei* Ducke, *Buchaniana reticulata* Hance., *Dracontomelon cumingianum* Baill., *Mauria aurantiodora* (Ruiz ex Engl.) Engl., *Mauria sessiliflora* Standl., *Ozoroa paniculosa* (Sond.) R. Fern. & A. Fern, *Pistacia mexicana* Kunth, *Pseudospondias microcarpa* (A. Rich.) Engl., *Shinopsis brasiliensis* Engl., *Spondias lutea* L., *Spondias radlkoferi* Donn. Sm., y *Tapirira macrophylla* Lundell.

El fósil se identifica como afín al género *Buchaniana*, dado que al comparar los caracteres morfológicos del fósil, es posible ver que comparten gran cantidad de caracteres como el peciolo marginal, la lámina oblonga y simétrica, margen entero, ápice redondeado, base asimétrica con extensión en uno de los lados, venación primaria pinnada, venación secundaria mayor cladódroma, venas intersecundarias paralelas y más grandes que las secundarias mayores, venas terciarias intercostales reticuladas, y la venación cuaternaria con patrón reticulado regular; caracteres presentes en la subfamilias Anacardioideae y Sapindioideae, según APG III (Tabla 8).

Aunque se haya visto una constancia en los caracteres observados para la subfamilias anteriormente mencionadas, los caracteres por los que se puede descartar a las especies de cada género son:

**Astronium*: Simetría de la lámina y forma del ápice (Lámina 20, Fig. A).

**Dracontomelon*: Simetría de la lámina, forma de la base y espaciamiento de las secundarias mayores (Lámina 20, Fig. E).

**Mauria*: Forma de la lámina, simetría de la lámina y forma del ápice (Lámina 20, Fig. F y G).

**Ozoroa*: Simetría y forma de la base (Lámina 20, Fig. C).

**Pistacia*: Simetría de la lámina, forma del ápice y forma de la base (Lámina 20, Fig. D)

**Pseudospondias*: Simetría de la lámina, forma del ápice, venación secundaria mayor y venación terciaria intercostal (Lámina 20, Fig. H).

**Schinopsis*: Simetría de la lámina y forma del ápice y base (Lámina 20, Fig. I).

**Spondias*: Simetría de la lámina y forma del ápice (Lámina 20, Fig. J y K).

**Tapirira*: Simetría de la lámina, forma del ápice y base y venación secundaria mayor (Lámina 20, Fig. L).

En resumen, los caracteres que crean la afinidad del morfotipo 3 con el género *Buchaniana* (Lámina 20, Fig. B) son la lámina simétrica, el margen entero, el ápice redondeado, la base asimétrica con extensión en uno de los lados, la venación secundaria mayor de tipo cladódroma y la venación terciaria intercostal de tipo reticulada (Tabla 8).

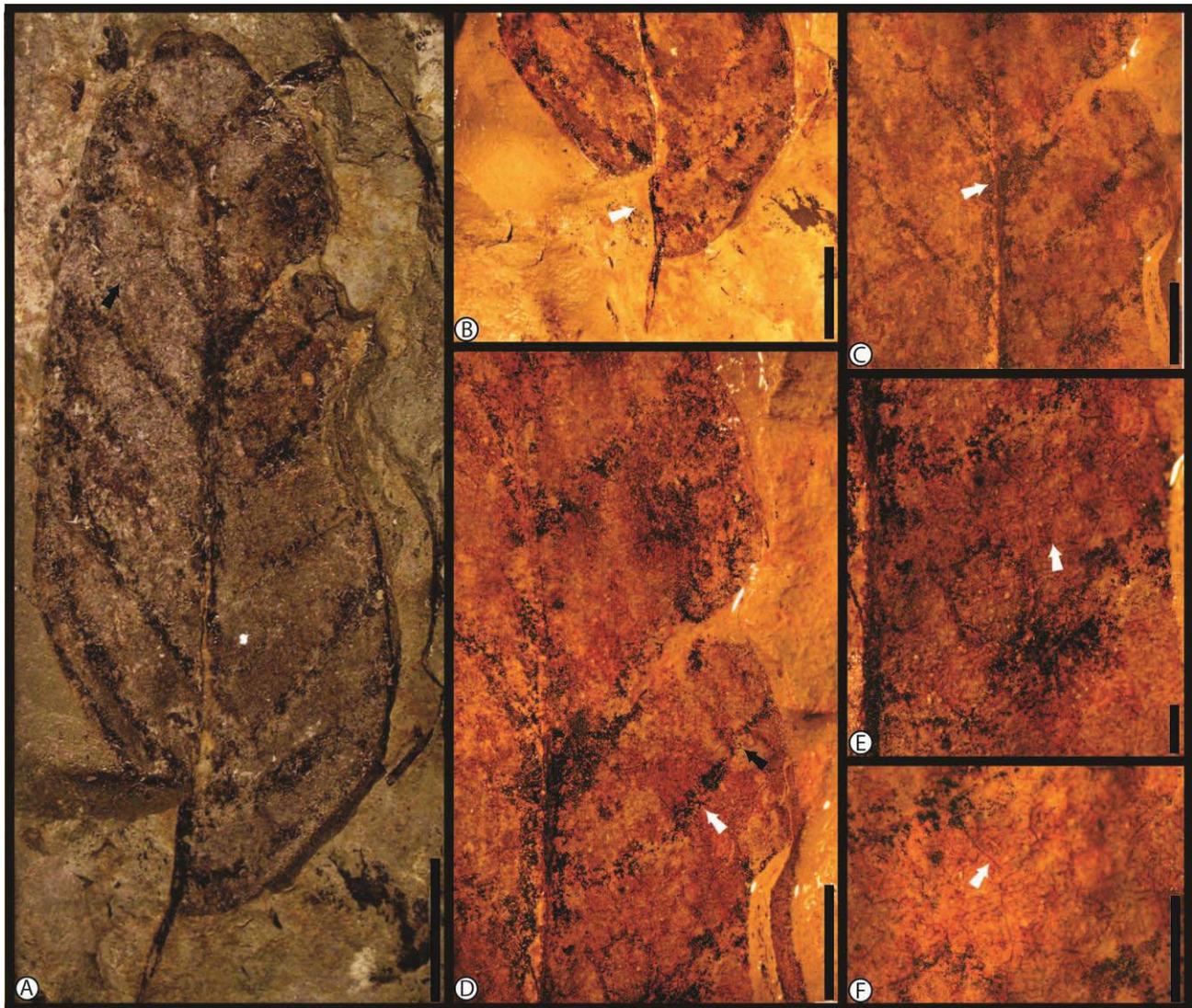


Lámina 19: Morfotipo 3 perteneciente a la familia Anacardiaceae, género *Buchaniana*; A. Vista general del morfotipo y vena intersecundaria (escala=1cm). B. Base asimétrica (escala=1cm). C. Unión de venas secundarias mayores de tipo decurrente (escala=5mm). D. Venas secundarias mayores cladódromas (escala=5mm). E. Venas terciarias reticuladas de forma regular (escala=1mm). F. Venas cuaternarias reticuladas de forma regular formando areolas (escala=1mm).

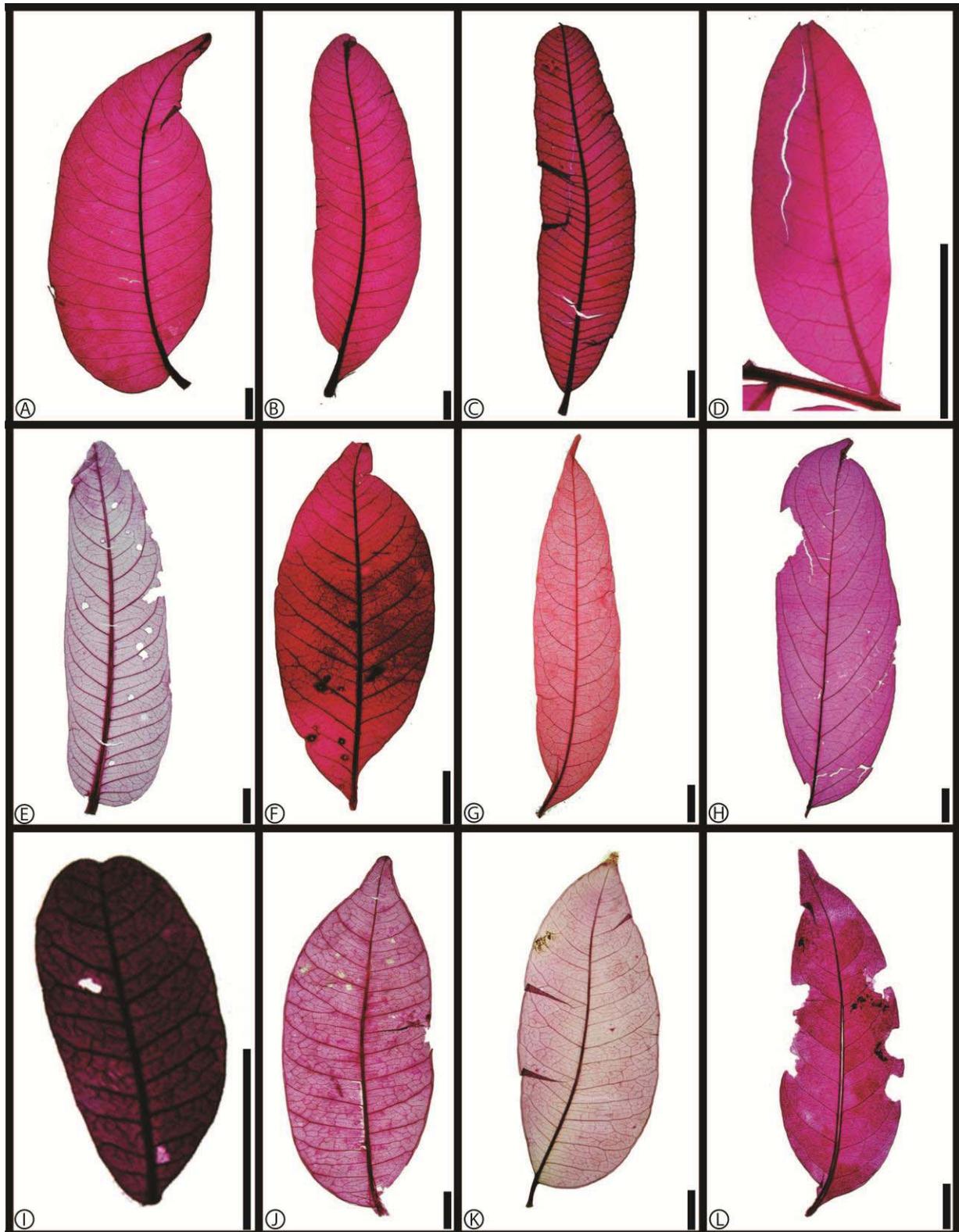


Lámina 20: Hojas aclaradas de distintas especies de la familia Anacardiaceae, subfamilia Anacardioideae A-D y subfamilia Sapindioideae E-L; A. *Astronium lecoitei* (escala=1cm). B. *Buchanania reticulata* (escala=1cm). C. *Ozoroa paniculosa* (escala=1cm). D. *Pistacia mexicana* (escala=1cm). E. *Dracontomelon cumingianum* (escala=1cm). F. *Mauria aurantiodora* (escala=1cm). G. *Mauria sessiliflora* (escala=1cm). H. *Pseudospondias microcarpa* (escala=1cm). I. *Schinopsis brasiliensis* (escala=1cm). J. *Spondias lutea* (escala=1cm). K. *Spondias radlkoferi* (escala=1cm). L. *Tapirira macrophylla* (escala=1cm).

Tabla 8: Comparación del morfotipo 3 con hojas pertenecientes a la familia Anacardiaceae, obtenidas del Herbario MEXU.

Subfamilia	Fósil	Anacardioidae					Sapindioideae							
Especie	3	<i>Astronium lecointei</i>	<i>Buchanania reticulata</i>	<i>Ozoroa paniculosa</i>	<i>Pistacia mexicana</i>	<i>Dracontomelon cumingianum</i>	<i>Mauria aurantiodora</i>	<i>Mauria sessiliflora</i>	<i>Pseudospondias microcarpa</i>	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	<i>Spondias lutea</i>	<i>Spondias radlkoferi</i>	<i>Tapirira macrophylla</i>	
Unión de la lámina	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	
Tamaño de lámina	Micrófila	Mesófila	Notófila	Micrófila	Nanófila	Notófila	Notófila	Notófila	Notófila	Nanófila	Micrófila	Notófila	Notófila	
L:W	08:03.3	13:05.6	12.5 : 3.7	8.2 : 2	1.7 : 0.75	12.3 : 3.5	9.5 : 4.2	11.8 : 2.7	13.5 : 4	02:01	08:03.2	11.2 : 4.6	11.5 : 4.4	
Área de la lámina en mm ²	1980	5460	3468.75	1230	95.625	3228.75	2992.5	2389.5	4050	150	1920	3864	3795	
Forma de la lámina	Oblonga	Oblonga	Oblonga	Oblonga	Oblonga	Oblonga	Obovada	Oblonga	Oblonga	Oblonga	Oblonga	Oblonga	Oblonga	
Simetría de la lámina	Simétrica	Asimétrica	Simétrica	Simétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	
Lobación	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
Tipo de margen	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	Entero	
Forma del ápice	Redondeado	Recto	Redondeado	Redondeado	Recto	Redondeado	Recto	Recto	Acuminado	Emarginado	Recto	Recto	Recto	
Ángulo del ápice	Agudo	Agudo	Agudo	Obtuso	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo	Obtuso	Agudo	Agudo	Agudo	
Ángulo del ápice en grados	75	31	88	115	88	82	62	39	87	146	70	67	36	
Forma de la base	Con extensión en uno de los lados	Con extensión en uno de los lados	Con extensión en uno de los lados	Convexa	Cuneada	Redondeada	Con extensión en uno de los lados	Cuneada	Con extensión en uno de los lados	Convexa	Con extensión en uno de los lados	Con extensión en uno de los lados	Decurrente	
Simetría de la base	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Simétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	Asimétrica	
Ángulo de la base	Reflexa	Reflexa	Obtusa	Obtusa	Aguda	Obtusa	Reflexa	Aguda	Aguda	Aguda	Reflexa	Obtusa	Aguda	
Ángulo de la base en grados	272	256	109	118	76	179	220	85	39	72	242	123	74	
Venación primaria	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	Pinnada	
Número de venas basales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Venación secundaria mayor	Cladódroma	Cladódroma	Cladódroma	Cladódroma	Cladódroma	Cladódroma	Cladódroma	Cladódroma	Eucamptódroma	Cladódroma	Cladódroma	Cladódroma	Eucamptódroma	
Unión de secundarias mayores	Decurrente	Excurrente	Excurrente	Excurrente	Excurrente	Excurrente	Excurrente	Excurrente	Deflexo	Excurrente	Excurrente	Excurrente	Excurrente	
Espaciamiento de secundarias mayores	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Decrece de forma proximal	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	
Variación del ángulo de las secundarias mayores	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	

Subfamilia	Fósil	Anacardioidae				Sapindioideae							
Especie	3	<i>Astronium lecointei</i>	<i>Buchanania reticulata</i>	<i>Ozoroa paniculosa</i>	<i>Pistacia mexicana</i>	<i>Dracontomelon cumingianum</i>	<i>Mauria aurantiodora</i>	<i>Mauria sessiliflora</i>	<i>Pseudospondias microcarpa</i>	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	<i>Spondias lutea</i>	<i>Spondias radlkoferi</i>	<i>Tapirira macrophylla</i>
Secundarias interiores	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Venas intersecundarias	Paralelas a las secundarias mayores, de más del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de más del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de más del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de más del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de menos del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de más del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de más del 50% de longitud se ramifican	Paralelas a las secundarias mayores, de más del 50% de longitud se ramifican
Venas terciarias intercostales	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Mixtas	Reticulado	Reticulado	Reticulado	Reticulado
Venas cuaternarias	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular	Reticulado regular
Venas agrófitas	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes

Diagnos y registro fósil de la familia Anacardiaceae.

Árboles, hierbas o lianas. Hojas usualmente alternas y espiraladas, pinnaticompuestas y en ocasiones trifolioladas o unifolioladas, foliolos de margen entero o serrado, de venación pinnada. Inflorescencias determinadas, terminales o axilares. Flores unisexuales, radiales y pequeñas, usualmente 5 sépalos y 5 pétalos, 5 a 0 estambres en ocasiones más, granos de polen tricolporados o triporados. Típicamente 3 o 5 carpelos, gineceo multilocular con placentación axilar. Fruto usualmente una drupa aplanada y asimétrica.

La familia consta de 600 especies en 70 géneros, distribuidas de forma pantropical y muchas especies en regiones templadas (Judd *et al.*, 2002).

El género *Buchaniana* consta de 25 a 30 especies en las regiones tropicales de Asia, Malasia, Australia, Micronesia, Melanesia y Samoa, teniendo la mayor distribución en el este de Malasia (Kubitzki 2003b).

El registro fósil de la familia es muy amplio, pero la mayor parte de los reportes se centran en el Cenozoico inferior. Se han asignado a la familia aproximadamente 120 fósiles de polen, madera y hojas, 30 géneros para Estados Unidos, también se han reportado fósiles de esta familia en sedimentos de Europa, Asia, México, Centro y Sudamérica y las Antillas (Martínez y Cevallos, 2004; Ramírez y Cevallos, 2002), además de maderas y hojas del género *Manguifera* del sureste de Asia (Sawangchote *et al.*, 2009).

El género *Tapirira*, se reporta como madera del Eoceno en Oregon, Oligoceno y Mioceno de la península de Baja California, así como flores del Mioceno de Chiapas (Martínez y Cevallos, 2004; Ramírez y Cevallos, 2002).

Reportes de frutos datan del Eoceno y Oligoceno (*Anacardium*) y también del Cenozoico se mencionan los géneros *Colombicarpon*, *Tapirira* y *Loxopterigium*, de centro y Sudamérica.

Con respecto a las hojas, se han reportado alrededor de 15 especies que pertenecen a los géneros *Anacardites*, *Duvaua*, *Metopium*, *Roophyllum*, *Spondias*, *Schinus*, *Schinopsis*, y *Tapirira*, también de América (Burnham y Carranco, 2004).

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Familia: Insertae sedis 1.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 5.0

Diagnosis:

Hoja ovada, micrófila, asimétrica, peciolo marginal, ápice recto, base simétrica decurrente, venación primaria palmada, venación secundaria mayor cladódroma con unión a la vena media decurrente, venas terciarias intercostales percurrentes mixtas, venación de cuarto orden reticuladas regular, venas agrófitas craspedódromas. Margen serrado con dientes tipo cóncavo convexo en el flanco distal y convexo en el proximal, sinus angular y tejido no específico en el ápice del diente.

Descripción:

Hoja fósil completa, asimétrica, ovada, micrófila, de 6.6 cm de largo y 3.6 cm de ancho, en total 11782 mm² (Lámina 21, Fig. A), peciolo unido a la lámina de forma marginal, ápice recto formando un ángulo agudo de 65°, base simétrica decurrente y formando un ángulo obtuso de 105° (Lámina 21, Fig. B). Venación primaria palmada actinódroma basal con 3 venas basales, a vena izquierda forma un ángulo de 32° y la derecha forma un ángulo de 37° con respecto a la vena media. Venación secundaria mayor cladódroma (Lámina 21, Fig. C), con espaciamiento regular entre cada vena, unidas a la vena media de forma decurrente (Lámina 21, Fig. D) y formando ángulos de 50° relativamente uniformes a lo largo de la lámina; venas secundarias interiores muy marcadas (Lámina 21E). Venas terciarias intercostales percurrentes mixtas (Lámina 21, Fig. F). Venas cuaternarias con patrón de venación reticulado regular (Lámina 21, Fig. H). Venas agrófitas de curso craspedódromo (Lámina 2, Fig. 1I). Margen serrado con dos órdenes de dientes y dos dientes por centímetro con espaciamiento regular, cóncavo convexo en el flanco distal y convexo en el proximal (rt/cv), sinus angular, se presenta una

vena principal que entra en el ápice del diente que a su vez tiene un tejido no específico que podría ser de tipo foraminado, tilado o casidado (Lámina 21, Fig. G).

Comparación con taxa actuales.

El morfotipo 5.0, no se logró identificar ni asignar a ninguna familia actual. Esta hoja fósil se comparó con el género *Hovenia* de la familia Rhamnaceae por sugerencia del Dr Wilff, por presentar cierta afinidad en la arquitectura foliar pero en cuanto a la forma de la base, venas secundarias interiores y margen serrado, fue descartada por que el morfotipo 5.0, tiene una lámina muy asimétrica, la unión del primer par de venas secundarias con la vena media da relativamente cerca de la base de la hoja y esta unión es de tipo decurrente; las venas primarias laterales terminan antes del primer tercio de la lámina (Apéndice 7). En la hoja propuesta para el género *Hovenia*, el primer par de venas secundarias salen muy lejos de la base de la hoja y se unen de forma excurrente, la lámina es completamente simétrica y las venas primarias laterales son más largas y terminan aproximadamente en la parte media de la lámina.

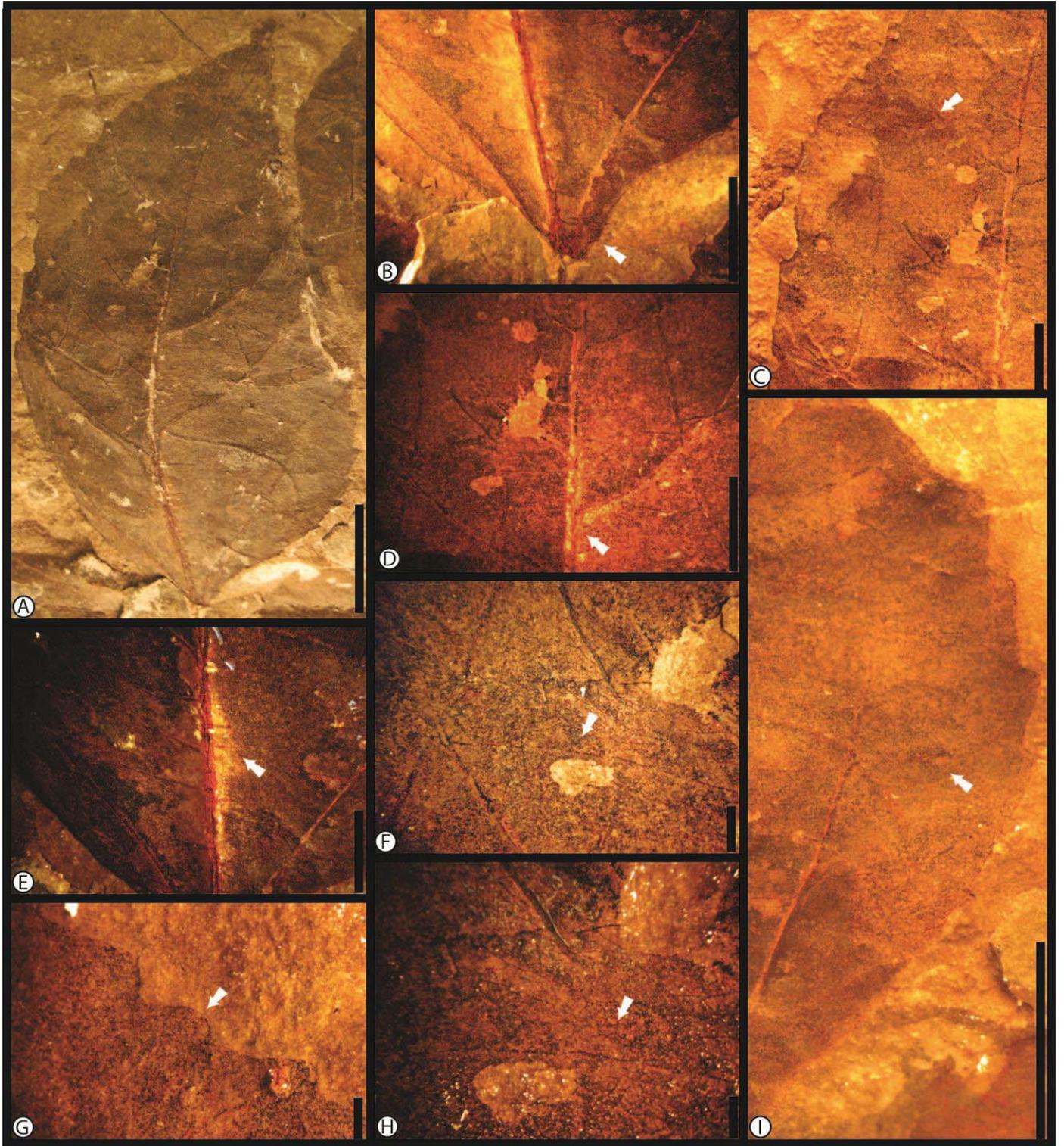


Lámina 21: Morfotipo 5.0; A. Vista general del morfotipo (escala=1cm); B. Base con 3 venas (escala=5mm). C. Venas secundarias cladódromas (escala=5mm). D. Unión de venas secundarias de tipo decurrente (escala=5mm). E. Venas secundarias interiores (escala=5mm). F. Venas terciarias intercostales mixtas (escala=1mm). G. Dientes de tipo rt/cv (escala=1mm). H. Venas cuaternarias reticuladas (escala=1mm). I. Venas agrófitas semicraspedódromas (escala=1cm).

Familia: Insertae sedis 2.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno.

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 7.0

Diagnosis:

Hoja ovada, notófila, simétrica, ápice recto, venación primaria pinnada, venación secundaria mayor broquidódroma con unión a la vena media deflexa, venas terciarias intercostales y epimediales percurrentes opuestas, venación de cuarto orden reticulada irregular, venas agrófitas simple broquidódromas.

Descripción:

Hoja fósil incompleta, ovada, notófila, de 8.7 cm de largo y 5 cm de ancho, en total 3262.5 mm² de superficie laminar (Lámina 22, Fig. A), aparentemente simétrica, ápice incompleto, recto y de ángulo agudo, base ausente, venación primaria pinnada; venación secundaria con curso broquidódromo (Lámina 22, Fig. B), espaciamiento regular entre venas, y unión deflexa (Lámina 22, Fig. C) formando un ángulo de unión agudo de 60° y uniforme a lo largo de la lámina; venas terciarias epimediales formando un patrón percurrente opuesto; en el lado proximal son perpendiculares a la vena media; en el lado distal son basiflexas (Lámina 22, Fig. D); venas terciarias intercostales percurrentes opuestas, formando un chevrón, de ángulo obtuso de 125° (Lámina 22, Fig. E); venas agrófitas presentes con curso simple broquidódromo (Lámina 22, Fig. F). Margen mal conservado.

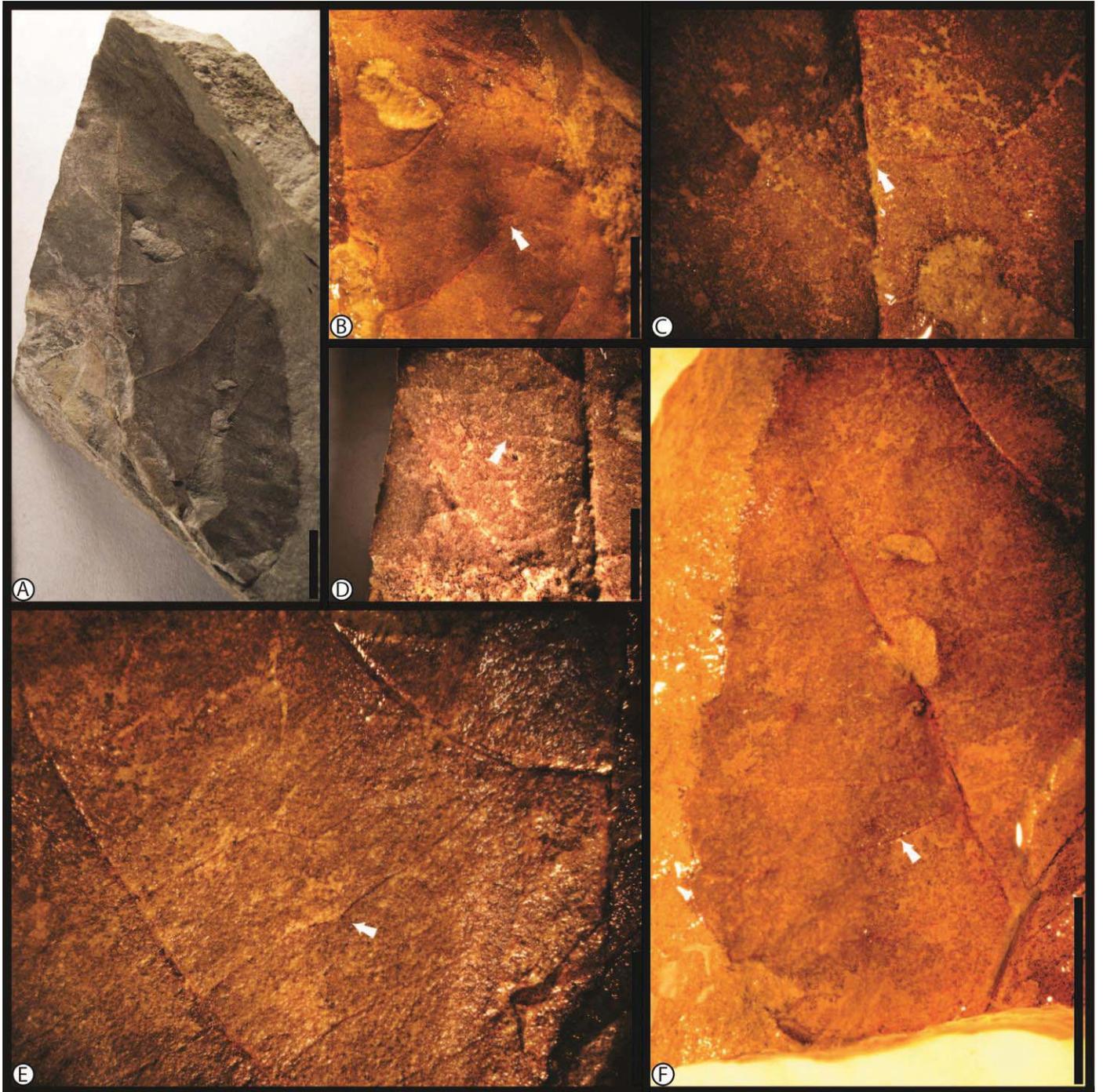


Lámina 22: Morfotipo 7.0; A. Morfotipo completo (escala=1cm). B. Venas secundarias brochidódromas (escala=1cm). C. Unión de venas secundarias de tipo deflexa (escala=5mm). D. Venas terciarias epimediales percurrentes opuestas (escala=5mm). E. Venas terciarias intercostales percurrentes opuestas formando chevrón (escala=5mm). F. Venas agrófitas de curso simple brochidódromo (escala=1cm).

Familia: Insertae sedis 3.

Número de ejemplares revisados: 1

Localidad: "La Popa" Nuevo León, México.

Edad: Eoceno

Estratigrafía: Formación La Carroza, Grupo Difunta.

Holotipo: Morfotipo 7.1

Diagnosis:

Hoja ovada, notófila, simétrica, peciolo marginal, ápice recto, base simétrica redondeada, venación primaria pinnada, venación secundaria mayor broquidódroma con unión a la vena media excurrente, venas intersecundarias largas y paralelas a las secundarias mayores, venas terciarias intercostales epimediales percurrentes opuestas, venas agrófitas craspedódromas.

Descripción:

Hoja completa ovada, notófila, de 9.8 cm de alto y 5.9 cm de ancho, en total 4336.5mm² (Lámina 23, Fig. A), simétrica, peciolo unido a la lámina de forma marginal, ápice recto formando un ángulo agudo de 62°, base simétrica y redondeada formando un ángulo obtuso de 150°. Venación primaria pinnada (Lámina 23, Fig. B). Venación secundaria mayor con curso broquidódromo (Lámina 23, Fig. D), con un espaciamiento entre venas decrece hacia el ápice, la unión con la vena media es de tipo excurrente (Lámina 23, Fig. C) y forman un ángulo agudo de 70° que se mantiene constante a lo largo de la lámina. Venas intersecundarias paralelas a las secundarias mayores y de longitud menor al 50% de estas, en el lado distal a la vena media se ramifican y pierden su curso definido (Lámina 23, Fig. E), hay menos de una por área intercostal. Venas terciarias intercostales percurrentes opuestas de curso sinuoso; venas terciarias epimediales formando un patrón percurrente opuesto (Lámina 23, Fig. F); en el lado proximal son perpendiculares a la vena media; en el lado distal son basiflexas, paralelas a las terciarias intercostales; venas agrófitas craspedódromas (Lámina 23, Fig. G). Margen poco conservado.

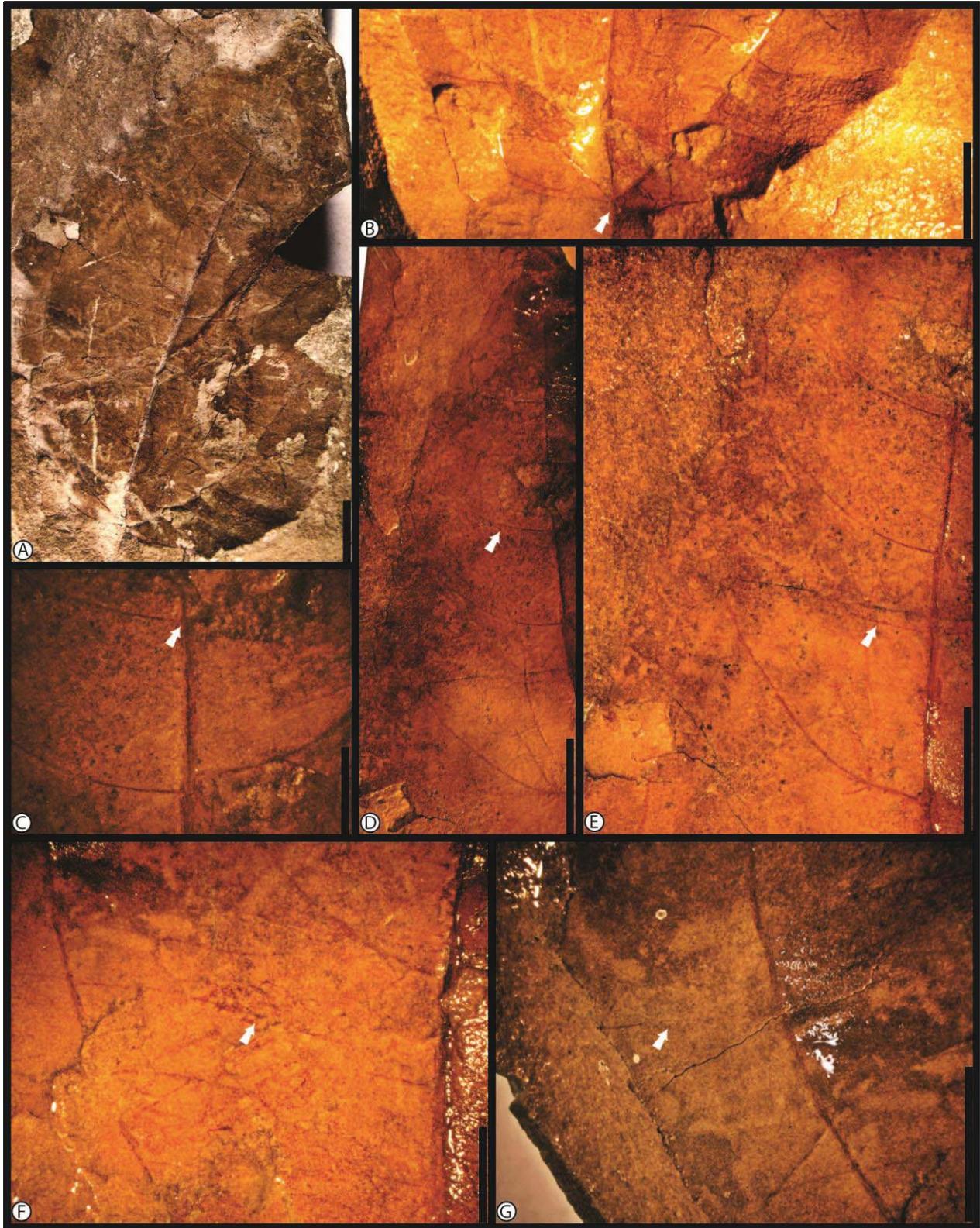


Lámina 23: Morfotipo 7.1; A. Morfotipo completo (escala=1cm). B. Base con 5 venas (escala=1cm); C. Unión de venas secundarias de tipo excurrente (escala=5mm). D. Venas secundarias broquidódromas (escala=1cm). E. Vena intersecundaria que se ramifica (escala=1cm). F. Venas terciarias epimediales percurrentes opuestas e intercostales opuestas percurrentes de curso sinuoso (escala=5mm). G. Venas agrófitas de curso craspedódromo.

VI. Discusión.

Es importante señalar que en la identificación de estos morfotipos y en el desarrollo del análisis numérico, otras familias fueron automáticamente descartadas, como es el caso de Asteraceae, Ulmaceae y Trochodendraceae, por presentar, numerosos caracteres que diferían mucho de los observados en los fósiles, como son el tamaño de los dientes, número de órdenes y patrón de estos, forma y tamaño de las bases, formas de la lámina que tendían a ser más anchas en la parte media, y largo de las venas primarias laterales así como su terminación.

Como resultado de la consulta inicial de los más de 1500 ejemplares recolectados de La Popa, llama la atención que entre los caracteres observados hay mayor abundancia de hojas de margen serrado y que estas también comparten que la venación primaria es de tipo palmada con tres venas primarias basales. Estas hojas fósiles nuevas no son los tipos que se presentan en mayor cantidad en la localidad de "La Popa", son ejemplares que pertenecían a la vegetación presente en la región durante el Eoceno y dan más información sobre la diversidad del lugar. En este trabajo se analizaron 27 hojas separadas en 14 morfotipos, que fueron asignadas a cuatro familias y ocho géneros diferentes: Malvaceae (*Ayenia*, *Hibiscus* y *Melochia*), Salicaceae (*Hasseltia*, *Pleuranthodendron* y *Populus*), Anacardiaceae (*Buchaniana*) y Lauraceae (*Cinnamomum*). Los taxa aquí presentados tienen principalmente hojas de tamaño medio, que van de micrófilas a notófilas, mayormente con márgenes serrados y venaciones palmadas, es notable la presencia de hojas asimétricas o ligeramente asimétricas y ápices generalmente agudos. En todas las hojas estudiadas la inserción del peciolo es marginal y casi todas las hojas dentadas presentan tejidos no definidos en los ápices de los dientes.

Malvaceae, Lauraceae y Salicaceae son familias con nuevos registros para la localidad. Así como el género *Buchaniana*, aunque la familia Anacardiaceae ya se había reportado para esta localidad, con los géneros *Lannea*, *Cyrtonium*, *Trichoscypa* y *Pentaspadon*.

Las hojas fósiles de La Popa en tiempo geológico son relativamente recientes (~50Ma) pero no son fáciles de identificar ya que muestran una gran cantidad de cráteres foliares que no coinciden con las de hojas de especies actuales. Si bien se pueden relacionar a nivel familia y en algunos casos a género, los caracteres llegan a mostrar variaciones como algunos patrones de alto orden de venación, venaciones en dientes y tamaños de lamina sugiriendo que al menos las especies son claramente distintas a sus parientes actuales más cercanos. Es importante notar que el Eoceno se caracteriza por registrar un incremento en las condiciones de temperatura global, conocido con el máximo termal Paleoceno- Eoceno (Robador *et al.*, 2009), y las hojas son órganos que tienden a ser cambiantes de

acuerdo a las condiciones climáticas y medioambientales en que se encuentran, pero hay caracteres que presentan una señal taxonómica, la cual les permite asignarlos sistemáticamente a un grupo taxonómico en particular (Boyce, 1993).

Las hojas de Salicaceae (*Hasseltia* y *Pleuranthodendron*) destacan por su tamaño y forma de los dientes, así como el ápice, las tres venas basales, las venas terciarias epimediales percurrentes bien diferenciadas en la base y la asimetría de la lámina, que, aunque sugieren afinidad con la familia, los caracteres en conjunto no se dan en todos los géneros de esta familia. En *Populus* es característica la forma de la hoja, el peciolo muy largo y delgado, la venación palmada actinódroma basal y los dientes con características especiales en el ápice; siendo los característicos dientes salicodes donde la vena principal del diente corre hasta el ápice de este y termina en un tejido esferular. En contraste, en *Pleuranthodendron*, además de los dientes, destacan la ligera asimetría de la hoja, las marcadas venas epimediales en la base con patrón percurrente opuesto y el ángulo en el que las venas principales laterales salen de la base.

En la familia Lauraceae es muy común la lámina ovada, alargada con ápice agudo y la presencia de tres venas principales prominentes (*Cinnamomum*), las venaciones de órdenes altos reticulados de forma regular y los márgenes rectos.

En la hoja identificada dentro del género *Buchaniana* de la familia Anacardiaceae, los caracteres decisivos fueron la base muy asimétrica, con una extensión en uno de los lados, la venación secundaria principalmente craspedódroma y el ápice redondeado.

Debido a que algunos morfotipos compartían características foliares similares a las familias Euphorbiaceae y Urticaceae, además de que Malvaceae que con base en los últimos análisis fenéticos incluye a miembros de Sterculiaceae y Tiliaceae; el muestreo y las comparaciones se complicaron, para lo que se realizó un análisis numérico con el cual se pudieran ver las similitudes de forma cuantitativa. De este análisis se obtuvo similitud con miembros de la antigua familia Sterculiaceae para los morfotipos 8 y 8.3 y con la familia Malvaceae (Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms, 1900-1907) para el morfotipo 8.1. El morfotipo 6.3, que si bien ya se había clasificado a priori como un morfotipo con menos características compartidas con los morfotipos 8, 8.1 y 8.3, cabía la duda de que perteneciera también a alguna de estas tres familias en cuestión (Malvaceae, Urticaceae y Euphorbiaceae), pero el análisis numérico reveló que estaba fuera de estas posibilidades. Haciendo más comparaciones con la familia Salicaceae, subfamilia Prokieae (Flacourtiaceae según la clasificación de Engler y Prantl, modificado por Dalla Torre y Harms 1900-1907), se determinó a este fósil como parte del género *Hasseltia*, por las características anteriormente señaladas.

Anteriormente se ha sugerido la presencia del trópico seco en la región eocénica de "La Popa" (Rodríguez, 2009) y las hojas aquí presentadas sirven como sustento a esta teoría dado que los tamaños no corresponden a hojas de climas muy húmedos por su tamaño relativamente pequeño (microfilo-notófilo), pero los géneros que se presentan son de lugares tropicales de todo el mundo, principalmente de América, extendiéndose mayormente desde el sur de los Estados Unidos hasta el centro de Argentina. El género *Buchaniana* es el único que muestra una distribución que queda fuera de América, siendo un género oriental que se ve limitado a la zona de Asia y Polinesia.

La Popa durante el Eoceno estaba en una fase de desecación, ya que se daban los primeros indicios de las regresiones marinas de las aguas que tuvieron su cobertura máxima a principios del Cretácico tardío en el Albiano-Senomaniense. Ligado a estas regresiones se continúan otros procesos del levantamiento del Noreste del país por la orogenia Laramide. La localidad de La Popa es la más reciente del Grupo Difunta, y se ha postulado que corresponde con una amplia planicie costera con deltas, pantanos y lagunas costeras, en donde plantas del trópico húmedo se desarrollaron y posiblemente sirvieron de fuente a otras floras Paleógenas (Cevallos *et al.*, 2012). Sin embargo, la evidencia en La Popa es un tanto controvertida. Las hojas por su tamaño sugieren más bien condiciones secas pero a la vez su afinidad taxonómica refiere a un clima más cálido húmedo como los que prevalecieron antes. Posiblemente la evolución geológica y fisiográfica de la región seleccionó a la comunidad de origen para dar lugar a dos comunidades con elementos taxonómicos relacionados al ancestro, pero con capacidades climático ambientales distintas. Por un lado continuó el trópico húmedo con vegetación semejante a "selvas altas" o perenifolias/subperenifolias y por otro aparece el trópico seco, vegetación semejante a selvas bajas o chaparrales. En La Popa las hojas pequeñas aparecen en sedimentos más gruesos (areniscas) y las más grandes en sedimentos más finos (limos), lo que sugiere el acarreo de material de la otra zona distinta hasta la zona de depósito, sugiriendo que la paleoflora representa una mezcla de dos tipos distintos de vegetación (Cevallos *et al.*, 2012).

Es probable que el trópico seco haya existido en la localidad para el Eoceno, dado que las hojas encontradas mayormente son de tamaño pequeño y de afinidades tropicales, pero también es importante tomar en cuenta que es probable que no toda la vegetación encontrada en esta zona sea autóctona.

VII. Conclusión:

La arquitectura foliar es una herramienta muy útil, para identificar hojas de distintas familias. Es indispensable en paleobotánica, debido a que el material botánico más abundante en los yacimientos fosilíferos son las hojas, mismas que no siempre están completas.

Saber que plantas vivían en el pasado, ayuda a conocer la evolución de estas, así como de los ambientes en los que se encuentran y como se fueron dando los cambios geológicos de la tierra en el transcurso de los millones de años, y cómo estos cambios influyeron en la vida.

Este trabajo ha ayudado a incrementar el conocimiento de la flora en el Eoceno de México, reconociendo nuevas familias como Salicaceae con los géneros *Hasseltia*, *Pleuranthodendron* y *Populus*, y Lauraceae con el género *Cinnamomum*; y se confirma la presencia de las familias Malvaceae, Anacardiaceae y el género *Populus*, que es un género muy abundante en el registro fósil de Norteamérica.

Las familias reportadas hablan de un clima cálido húmedo pero el tamaño de las hojas habla de un clima más seco, es por eso que apoya la propuesta de Rodríguez (2009) de la presencia del trópico seco en esta región durante el Eoceno; ya que los caracteres de las hojas sugieren en condiciones muy extremas, pero taxonómicamente en la actualidad se distribuyen en regiones con cantidades de precipitación y temperatura distintas a las que las características de las hojas como tamaño y tipos de márgenes sugieren.

Aun es necesario continuar con los estudios de esta región ya que el material que se obtiene en la localidad de "La Popa" si bien son hojas casi en su totalidad (a excepción de contados frutos que anteriormente se han reportado), la morfología de estas hojas es muy variada y denota una gran diversidad de plantas que se encontraban en la región para el Eoceno.

Finalmente se puede corroborar que los patrones de venación si son caracteres importantes e indispensables en la identificación de taxa actuales, identificando patrones constantes dentro de las familias, que son comparables con los morfotipos fósiles, además estos últimos, aportan nuevos caracteres que so evidencia de lo ccambios através del tiempo.

VIII. Citas bibliográficas:

1. Ayala, M. M y E. Solano. 2011. Salicaceae. Flora del Valle Tehuacán-Cuicatlán 87: 1-14.
2. Bannister, J. M., J. G. Conran, D. E. Lee. 2012. Lauraceae from rain forest surrounding an early Miocene maar lake, Otago, southern New Zealand. *Review of Paleobotany and Palynology* 178:13-34.
3. Bayer, C., M. F. Fay, A. Y. de Bruijn, V. Savolainen, C. M. Morton, K. Kubitzki, W. S. Alverson y M. W. Chase. 1999. Support for an expanded family concept of Malvaceae within a circumscribed order Malvales: a combined analysis of plastid *atpB* and *rbcL* DNA sequences. *Botanical Journal of the Linnean Society* 129:276-303.
4. Benton, M. J. 1993. The fossil record 2. Chapman and Hall, Department of Geology, University of Bristol, Reino Unido. Pp: 823.
5. Boyce, C. K., T. J. Brodrib, T. S. Feild y M. A. Zwieniecki. 2009. Angiosperm leaf vein evolution was physiologically and environmentally transformative. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276: 1771-1776.
6. Burham, R. J. y N. L Carranco. 2004. Miocene winged fruits of *Loxopterigium* (Anacardiaceae) from the Ecuadorian Andes. *American Journal of Botany* 91(11):1767-1773.
7. Calvillo, L. y S. R. S Cevallos. 2002. *Bauchis moranii* gen. et. sp. nov. (Cercideae, Cesalpinieae), an Oligocene plant from Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mex., with leaf architecture similar to *Bauhinia* and *Cercis*. *Review of Paleobotany and Palynology* 122: 171-184
8. Calvillo, L. y S. R. S Cevallos. 2005. Diverse Assemblage of Eocene and Oligocene Leguminosae from Mexico. *International Journal of Plant Society* 166(4): 671-692.
9. Carvalho, M. R., F. A. Herrera, C. A. Jaramillo, S. L. Wing y R. Callejas. 2011. Paleocene Malvaceae from Northern South America and their biogeographical implications. *American Journal of Botany* 98(8): 1337–1355.
10. Cevallos, S. R. S. y E. A. González. 2005. Geological setting and phytodiversity in Mexico. *Studies on Mexican Paleontology*. En: Vega J. *et al* (Eds.). *Studies on Mexican Paleontology*. Springer, Netherlands. p: 1-18.
11. Cevallos, S. R. S, E. A. González y L. Calvillo. 2012. Perspectiva paleobotánica y geológica de la biodiversidad en México. *Acta botánica Mexicana* 100: 317-350.

12. Chase, M. W., S. Zmarzty, M. D. Lledó, K. J. Wurdack, S. M. Swensen y M. F. Fay. 2002. When in doubt, put it in Flacourtiaceae: a molecular phylogenetic analysis based on plastid *rbcL* DNA sequences. *Kew bulletin* 57:141-18.
13. Collinson, M. E. 1992. The early fossil history of Salicaceae: A brief review. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 98B, 155-167.
14. Crisci, J. V. y M. F. López. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica, The general Secretaria of the Organizations of American States, Washington D.C. p:132.
15. Cistóbal, C. L. 2007. Sterculiaceae de Paraguay. I. *Ayenia*, *Byttneria*, *Guazuma*, *Helicteres*, *Melochia* y *Sterculia*. *Bonplandia* 16(1-2): 5-142.
16. Cunéo, R. y M. A. Gandolfo. 2005. Angiosperm leaves from the Kachaike Formation, Lower Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Review of Paleobotany and Palynology* 136: 29-47.
17. Dalla Torre, K. W y H. Harms. 1963 *Genera siphonogamarum and systema Englerianum conscripta*. Wiesbaden : Verlag für wissenschaftliche Neudrucke. 637 p
18. Dewyer, J. D. 1958. The new world Species of *Cynometra*. *Missouri Botanical Garden*. 45(4): 313-345.
19. Dilcher, D. L. y T. A. Lott. 2005. A middle Eocene fossil plant assemblage (Powers Clay Pitt) from western Tennessee. *Bulletin Florida Museum Natural History* 45(1).
20. Doyle, J. A., 2007. Systematic value and evolution of leaf architecture across the angiosperms in light of molecular phylogenetic analyses. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 258:21-37.
21. Doyle, J.A., H. E. Schorn, B. H. Tiffney y G. R. Upchurch Jr. 1988. The Laporte flora-Earliest Oligocene of North-central California. A field guide for the 1988 meeting of the paleobotanical section of the Botanical Society of America, California.
22. Ellis, B., D. C. Daly, L. J. Hickey, J. D. Mitchell, K. R. Johnson, P. Wilf y S. L. Wing. 2009. *Manual of leaf architecture*. The New York Botanical Garden Press. Nueva York. 190 pp.
23. Ettingshausen, C. 1861. *Die Blatt-Skelete der Dicotyledonen*. K. K. Hoff, Staatsdrukeri, Vienna 1,21
24. Friis, E. M., P. R. Crane, K. R. Pedersen. 2011. *Early Flowers and Angiosperm evolution*, Cambridge University Press. Inglaterra. Pp: 236-243
25. Greenwood D. R., J. F. Basinger y R. Y. Smith. 2010. How wet was the Arctic Eocene rain forest? Estimates of precipitation from Paleogene Arctic Macrofloras. *Geology* 38:15-18
26. Goebel, K. 1905. *Organography of plants*. Eng. ed. by I. B. Balfour. Part II. Oxford.

27. Herendeen, P. y B. Jacobs. 2000. Fossil legumes from Middle Eocene (46.0 Ma) Mahenge flora of Singida, Tanzania. *American Journal of Botany* 87(9): 1358-1366.
28. Hickey, L. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de dicotiledóneas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* XVI (1-2): 3-25
29. Hickey, L. y J. Wolfe. 1975. The bases of angiosperm phylogeny vegetative morphology. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 62: 538-589.
30. Hudson, S. y A. Hanson. 2007. Thermal maturation and hydrocarbon migration within La Popa Basin, northeastern Mexico, with implications for other salt structures. *American Association of Petroleum Geologist bulletin* 94(3): 273-291.
31. Judd, W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellog, P. F. Stevens y M. J. Donoghue. 2002. *Plant systematics: A phylogenetic approach*. 2^o edition. Sinauer associates Inc. Massachusetts USA, Pp: 234-236, 354-356, 405-409, 416.
32. Kellener, A., M. Benner, H. Walther, L. Kunzmann, V. Wisseman y C. M. Ritz. 2012. Leaf architecture of extant species of *Rosa* L. and the paleogene species *Rosa lignitum* Heer (Rosaceae). *International Journal of Plant Society*. 173(3):239-250.
33. Klucking, E. P. 1992. *Leaf Venation Patterns, Volumen 6, Flacourtiaceae*. Ed. J. Cramer. Alemania. 272 pp.
34. Krutzsch, W. 1989. Paleogeography and historical phytogeography (paleochorology) in the Neophyticum. *Plant Systematics and Evolution* 162: 5-61.
35. Kubitzki, K. 2003a. *The families and genera of vascular plants. Volume V*. Ed. Springer. Alemania, p: 225-306.
36. Kubitzki, K. 2003b. *The families and genera of vascular plants. Volume X*. Ed. Springer. Alemania, p: 7-50
37. Lam, H. J. 1925. The Sapotaceae, Sarcospermaceae, and Boerlagellaceae of the Dutch East Indies and surrounding countries. *Bulletin of Jardin Botanique de Buitenzorg* III8: 1-289
38. Lawton, T., I. A. Bradford, F. J. Vega, J. E. Gehrels y J. M. Amato. 2009. Provenance of Upper Cretaceous-Paleogene sandstones in the foreland basin system of the Sierra Madre Oriental, northeastern Mexico, and its bearing on fluvial dispersal systems of the Mexican Laramide Province. *Geological Society of America Bulletin* v.121 5-6: 820-836.
39. Manchester, S. R. 1980. *Chattawayia* (Sterculiaceae): A New Genus of Wood from the Eocene of Oregon and Its Implications for Xylem Evolution of the Extant Genus *Pterospermum*. *American Journal of Botany*.67(1):59-67.

40. Manchester, S. R. 1992. Flowers, Fruits, and Pollen of *Florissantia*, An Extinct Malvacean Genus from the Eocene and Oligocene of Western North America. *American Journal of Botany* 79(9): 996-1008.
41. Manchester, S. R. 1999. Biogeographical relationships of North America Tertiary floras. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 86: 472:522.
42. Manchester, S. R. y B. H. Tiffney. 2001. Integration of paleobotanical and neobotanical data in the assessment of phytogeographic history of holartic angiosperm clades. *International Journal of Plant Science*. 162(6 supl.): S19-S27.
43. Manchester, S. R. 2006. Foliage and fruits of early poplars (Salicaceae: *Populus*) from the Eocene of Utah, Colorado and Wyoming. *International Journal of Plant Science*. 167(4):897-908.
44. Martínez, H. I. y S. R. S. Cevallos. 2004. A new species of *Tapirira* (Anacardiaceae) from early Miocene sediments of the el cien formation, Baja California Sur, México. *IAWA Journal*, 25(1): 103-117.
45. Martínez, M. 2000. Biogeografía histórica (Terciario y cuaternario) de Anacardiaceae con base en caracteres anatómicos de la madera. Tesis de licenciatura (Biólogo), Facultad de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 72 pp.
46. Martínez, M. y S. R. S. Cevallos. 2005. Arquitectura foliar de Anacardiaceae. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76(2): 137-190.
47. Meyer, H. 2003. The fossils of Florissant. *Smithsonian books*. Londres, Inglaterra. p:73-117.
48. Muller, J. 1981. Fossil pollen records of extant angiosperms. *The botanical review*. 47:1-142.
49. Nicotra, A. B., A. Leight, C. K. Boice, C. S. Jones, K. J. Nicklas, D. L. Royer, H. Tsukaya. 2011. The evolution and functional significance of leaf shape in the angiosperms. *Functional plant biology* 38: 535-552.
50. Palamarev, E. y V. Bozukov. 2004. The macroflora of neogene sediments in the Elhovo Formation (Southeast Bulgaria). *Phytologia Balcanica* 10(2-3): 131-146.
51. Pennington, R, G. Lewis y J. Ratter. 2006. Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation. Taylor and Francis group. Nueva york USA. 484 pp.
52. Quinet, A. 2005. Sinopse taxonômica da família Lauraceae no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta botânica brasílica*. 19(3):563-572
53. Ramírez, J. L. 1999. Análisis foliar de Anacardiaceae, Berberidaceae y Salicaceae en los Ahuehuetes (Oligoceno), Tepexi de Rodríguez, Puebla, Tesis de maestría en ciencias (Orientación

- Biología vegetal). Posgrado en ciencias biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 118 pp.
54. Ramírez, J. L. y S. R. S. Cevallos. 2000a. Consideraciones sobre las angiospermas (plantas con flor) fósiles de México. GEOS. Unión Geofísica Mexicana. Diciembre:433-444
 55. Ramírez, J. L. y S. R. S. Cevallos, 2000b. Leaves of Salicaceae (Salix and Populus) from Oligocene sediments near Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. International Journal of Plant Science. 161(3): 521-534.
 56. Ramírez, J. L y S. R. S. Cevallos. 2002. A diverse assemblage of Anacardiaceae from Oligocene sediments, Tepexi de Rodriguez, Puebla, México. American Journal of Botany 89(3); 535-545
 57. Robador, A., V. Pujalte, J. M. Samsó y A. Payros. 2009. Registro geológico del máximo térmico del Paleoceno-Eoceno en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Central). Sociedad geológica de España, Geogaceta 46:111-114
 58. Rohlf, F. J. NTSYSpc: Numerical Taxonomy and Multivariate System Versión 2.2. 2005 Departament of ecology and evolution, New York.
 59. Rondón J. 2009. Revisión taxonómica del género *Meochia* L. (Sterculiaceae) en Venezuela. Acta Botánica Venezuelica. 32 (1): 1-61
 60. Rodríguez, O.J. 2009. Materia foliar del Eoceno de la Formación Carroza en La Popa, Nuevo León México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Orientación sistemática), Posgrado en Ciencias Biológicas, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 82pp
 61. Sanchez de Lorenzo Cáceres. 2008. *Hibiscus mutabilis* L. e *Hibiscus indicus* (Brum. F.) Hochr., dos especies ornamentales confundidas frecuentemente. Boutelua 4:32-36.
 62. Sawangchote, P., P. J. Grote y D. L. Dilcher. 2009. Tertiary leaf fossils of *Mangifera* (Anacardiaceae) from Li Basin, Thailand as examples of utility of leaf marginal venation characters. American Journal of Botany 96(11): 2048–2061.
 63. Sehgal, L. y G. S. Paliwal. 1973. Studies on the leaf anatomy of Euphorbia: II. Venation patterns. Botanical Journal of the Linnean Society. 68: 173:208.
 64. Singh, G. 2004. Plant systematics: An integrated approach. Science publishers. Plymouth UK. Pp: 323-324, 412-414, 450-453
 65. Stevens, P. F. 2001 en adelante. Angiosperm Phylogeny Website. Versión 12, July 2012 en <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
 66. Tamez, A., V. Yutzis, K. Krivosheya, E. R. Hernández, A. A. Bulychev y A. Tamez. 2011. Rasgos tectónicos de la cuenca de La Popa y de las estructuras que la rodean en el noreste de México

- derivados de campos geofísicos potenciales. Boletín de la sociedad Geológica Mexicana 63(2): 271:284.
67. Troll, W. 1938. Vergleichende Morphologie der höhern Pflanzen 1 (2). Borntraeger, Berlin. Reprinted , 1967. Koeltz, Koenigstein-Taunus.
 68. Vega, F. J., L. M. Mitre y E. Martínez. 1989. Contribución al conocimiento de la estratigrafía del grupo difunta (Cretácico superior-Terciario) en el noreste de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista 8(2): 179:187.
 69. Vega, F. J. y M. C. Perrillat, 1989. La presencia del Eoceno Marino en la cuenca de La Popa (Grupo Difunta), Nuevo León; Orogenia Postypresiana. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 8(1):67-70.
 70. Vega, F. J., M. C. Perrillat, L. Duarte, G. Durán, R. Rivas, M. Aguilar y J. F. Ventura. 2007. Eocene strata from the Sabinas basin and their bearing in sedimentary basin correlation in NE Mexico. Boletín de la sociedad geológica mexicana, 59(1):115-123.
 71. Whitlock, B. A. y A. M. Hale. 2011. The phylogeny of *Ayenia*, *Byttneria*, and *Rayleya* (Malvaceae s.l.) and its implications for the Evolution of Growth forms. Systematic botany 36(1): 129-136.
 72. Wilf, P., K. R. Johnson, N. R. Cúneo, M. E. Smith, B. S. Singer y M. A. Gandolfo. 2005. Eocene plant diversity at Laguna del Hunco and Río Pihilefú, Patagonia, Argentina. The american naturalist 165(6):634-650.
 73. Worobiec, G., E. Worobiec y Z. Kavacek. 2010. Neogene leaf morfotaxa of Malvaceae S.L in Europe. International Journal of Plant Science. 171(8):892-914.

Apéndice 1. Códigos de especies usadas en el análisis numérico.

Familia	Especie	Código	Familia	Especie	Código
Malvaceae	<i>Abutilon cymosum</i>	M_1	Sterculiaceae	<i>Byttneria beyrichiana</i> K. Schum.	S_1
	<i>Abutilon ellipticum</i>	M_2		<i>Byttneria parviflora</i> Benth.	S_2
	<i>Abutilon inaequale</i>	M_3		<i>Commersonia fraseri</i> J. Gay	S_3
	<i>Abutilon schenkii</i>	M_4		<i>Helicteres hirsuta</i>	S_4
	<i>Alyogyne cravenii</i>	M_5		<i>Melochia gardneri</i>	S_5
	<i>Decaschistia crotonifolia</i>	M_6		<i>Melochia corchorifolia</i> L.	S_6
	<i>Hibiscus loandensis</i>	M_7		<i>Melochia acuminata</i>	S_7
	<i>Hibiscus rhababadostopermus</i>	M_8		<i>Melochia hassleriana</i>	S_8
	<i>Hibiscus tenorii</i>	M_9		<i>Melochia lupulina</i> Sw.	S_9
	<i>Pavonia canaminensis</i>	M_10		<i>Melochia makateaensis</i> L.F.	S_10
	<i>Bastardia viscosa</i>	M_a1		<i>Rulingia pannosa</i>	S_11
	<i>Hibiscus kochii</i>	M_a2		<i>Waltheria involucrata</i>	S_12
	<i>Hibiscus longifilus</i>	M_a3		<i>Waltheria lundelliana</i>	S_13
	<i>Hibiscus phoeniceus</i>	M_a4		<i>Waltheria petiolata</i>	S_14
	<i>Hoheria populnea</i>	M_a5		<i>Ayenia jaliscana</i>	S_a1
	<i>Malvaviscensis arboreus</i>	M_a6		<i>Ayenia magna</i>	S_a2
	<i>Malvaviscus lanceolatus</i>	M_a7		<i>Ayenia palmeri</i>	S_a3
	<i>Pavonia nayarensis</i>	M_a8		<i>Ayenia micrantha</i>	S_a4
	<i>Pavonia sepium</i>	M_a9		<i>Ayenia neglecta</i>	S_a5
	<i>Pavonia submutica</i>	M_a10		<i>Byttneria filipes</i>	S_a6
<i>Peltea edoardii</i>	M_a11	<i>Helicteres guazumaefolia</i>	S_a7		
<i>Robinsonella cordata</i>	M_a12	<i>Helicteres brauensis</i>	S_a8		
Euphorbiaceae	<i>Acalypha confertiflora</i> Pax & K. Hoffm.	E_1	<i>Physodium dubium</i>	S_a9	
	<i>Acalypha cuspidata</i> Jacq.	E_2	<i>Melochia adenoedes</i>	S_a10	
	<i>Acalypha deltoidea</i> Robyns & Lawalrée	E_3	<i>Physodium adenoedes</i>	S_a11	
	<i>Acalypha leptoclada</i> Benth.	E_4	<i>Waltheria coriacea</i>	S_a12	
	<i>Acalypha lindeniana</i> Müll. Arg.	E_5	Tiliaceae	<i>Corchorus aestuans</i> L.	T_1
	<i>Acalypha oliginatha</i> Müll. Arg.	E_6		<i>Grewia australis</i> Burret	T_2
	<i>Alchornea parviflora</i> Müll. Arg.	E_7		<i>Grewia carpinifolia</i> Juss.	T_3
	<i>Croton pungens</i> Jacq.	E_8		<i>Grewia insularis</i> Ridl.	T_4
	<i>Tragia impedita</i> Prain	E_9		<i>Grewia orientalis</i> L.	T_5
Urticaceae	<i>Boehmeria cylindrica</i> (L.) Sw.	U_1		<i>Grewia pericifolia</i> A. Gray	T_6
	<i>Boehmeria excelsa</i> (Bertero ex Steud.) Wedd.	U_2		<i>Heliocarpus palmeri</i> S. Watson	T_7
	<i>Boehmeria radiata</i> W. C. Burger	U_3		<i>Triumfetta cana</i> Blume	T_8
	<i>Cypholophus rudis</i> Ridl.	U_4		<i>Triumfetta hintoni</i> Sprague	T_9
	<i>Laportea peduncularis</i> (Wedd.) Chew	U_5		<i>Triumfetta oblongata</i> D.C.	T_10
	<i>Maoutia puya</i> (Hook.) Weed,	U_6		<i>Triumfetta purpusi</i> Standl.	T_11
	<i>Phenax uliginosus</i> Wedd.	U_7		<i>Triumfetta tomentosa</i> Bojer	T_12
	<i>Pilea gracilipes</i> Killip	U_8		<i>Triumfetta tomentosa</i> var. <i>Semiuncata</i>	T_13
	<i>Pipturus albidus</i> Wedd.	U_9			
	<i>Pipturus asper</i> Wedd.	U_10			
	<i>Pipturus kauaiensis</i> A. Heller	U_11			
	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	U_12			

Apéndice 2. Codificación de caracteres de la matriz construida para el análisis numérico, con base en los caracteres que se manejan en el Manual de arquitectura foliar (Ellis *et al.*, 2009).

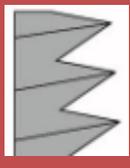
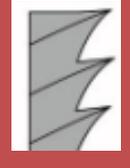
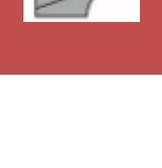
	Carácter.	Estados.	Codificación.
1	Tamaño de la lámina.	Micrófila	1
		Notófila	2
		Nanófila	3
2	Radio	--	--
3	Forma de la lámina.	Ovada.	1
		Oblonga.	2
		Obovada	3
4	Simetría de la lámina.	Ausente	1
		Presente	2
5	Simetría en la base.	Ausente	1
		Presente	2
6	Tipo de margen.	Serrado	1
		Crenado	2
7	Ángulo del ápice en grados	--	--
8	Forma del ápice.	Acuminado	1
		Recto	2
9	Ángulo de la base.	Agudo.	1
		Obtuso	2
		Reflexo	3
10	Ángulo de la base en grados.	--	--
11	Forma de la base.	Truncada	1
		Convexa	2
		Cóncavo-convexa	3
		Cordada.	4
		Redondeada	5
		Cuneada	6
12	Numero de venas basales.	--	--
13	Curso de secundarias menores	Craspedódromo	1
		Semicraspedódromo	2
		Broquidódroma	3
14	Venación secundaria mayor	Craspedódroma	1
		Semicraspedódroma	2
		Cladódroma	3
		Broquidódroma	4

	Carácter.	Estados.	Codificación.
15	Secundarias interiores	Ausente	1
		Presente	2
16	Espaciamiento de secundarias mayores.	Regular.	1
		Aumenta regularmente de forma proximal	2
		Aumenta abruptamente de forma proximal	3
		Irregular	4
17	Unión de secundarias mayores.	Decurrente	1
		Excurrente	2
		Deflexo	3
18	Venas intersecundarias	Ausentes	1
		De menos del 50%	2
		De mas del 50%	3
19	Venas terciarias intercostales	Percurrente opuesto sinuoso obtuso	1
		Percurrente opuesto convexo obtuso	2
		Percurrente opuesto recto ángulo obtuso	3
		Percurrente opuesto recto perpendicular	4
		Reticulado	5
		Mixta	6
		Percurrente opuesto agudo	7
20	Variación del ángulo de las terciarias intercostales.	Consistente.	1
		Decrece hacia el exterior	2
		Incrementa de forma proximal	3
21	Terciarias epimediales	Percurrente opuesto	1
		Mixto.	2
		Reticulado	3
22	Venas cuaternarias	Reticulado regular	1
		Reticulado irregular	2
		Percurrente.	3
23	Espaciamiento entre dientes.	Regular.	1
		Irregular.	2
24	Número de ordenes de dientes.	--	--
25	Número de dientes por centímetro.	--	--
26	Forma del sinus.	Redondeado.	1
		Angular.	2

	Carácter.	Estados.	Codificación.
27	Vena principal.	Ausente.	1
		Presente	2
28	Terminación de la vena principal.	En el ápice del diente.	1
		En el flanco distal	2
		En el flanco proximal	3
29	Características especiales en el ápice del diente	Simple	1
		No específico	2
		Espinoso	3
30	Forma del diente	cc/cc	1
		cv/cv	2
		st/cv	3
		fl/cv	4
		cv/cv, cc/cv	5
		cv/cv, cv/rt	6
		cv/cv, st/cv	7
		cv/cc, st/st	8
		cv/st, cc/st	9
		cv/rt, st/st	10
		cc/cc, st/cc	11
		cc/cv, st/st	12
		cc/cv, st/cv	13
		st/st, st/cv	14
		st/st, st/fl	15
		st/cv, st/cc	16
		cc/cc, cc/cv, st/st	17
		cc/cc, cc/st, st/st	18
		cc/cv, cv/st, st/st	19
		cc/cv, cv/cv, st/st	20
		cc/cv, st/cv, st/st	21
		cc/cv, st/cv, fl/fl	22
		cc/st, cc/fl, st/fl	23
		cc/fl, fl/fl, st/st	24
		cv/cv, cc/st, st/st	25
		cv/cv, cv/st, cv/rt	26
		cv/cv, cv/st, st/st	27
		cv/cv, cv/st, st/cv	28
		cv/cv, cv/st, st/fl	29
		cv/cv, cv/rt, st/st	30

	cv/cv, st/st, st/cv	31
	cv/cv, st/cv, st/fl	32
	cv/cv, st/fl, st/rt	33
	cv/cc, cc/st, st/fl	34
	cv/st, st/st, st/cv	35
	st/st, st/cc, st/rt	36
	st/st, st/rt, fl,cv	37
	cc/cc, cc/cv, cc/st, st/st	38
	cc/cv, cc/st, fl/fl, st/fl	39
	cc/st, cc/fl, st/st, fl/fl	40
	cc/fl, cc,st, st/st, st/cv	41
	cv/cv, cc/cv, cc/fl, st/cc	42
	cv/cv, cv/cc, st/st, st/cv	43
	cv/cv, st/st, st/rt, fl/cv	44
	cv/cc, cv/st, cv/fl, st/st	45
	cv/cc, cv/fl, st/cc, st/fl	46
	cv/st, fl/st fl/fl	47
	fl/fl, fl/cv	48
	st/st, st/fl, fl/fl	49
	st/st	50
	cc/cc, cc/fl	51
	cc/cc, cv/cc, cc/cv	52

Apéndice 3: Tabla explicativa de las formas de los dientes de las hojas.

		FLANCO P R X I M A L					
		Convexo CV 	Recto ST 	Cóncavo CC 	Flexuoso (Convexo en la base y cóncavo en el ápice) FL 	Retroflexo (Cóncavo en la base y convexo en el ápice) RT 	
F L A N C O D I S T A L	Convexo CV 						
	Recto ST 						
	Cóncavo CC 						
	Flexuoso (Convexo en la base y cóncavo en el ápice) FL 						
	Retrofelxo (Cóncavo en la base y convexo en el ápice) RT 						
							

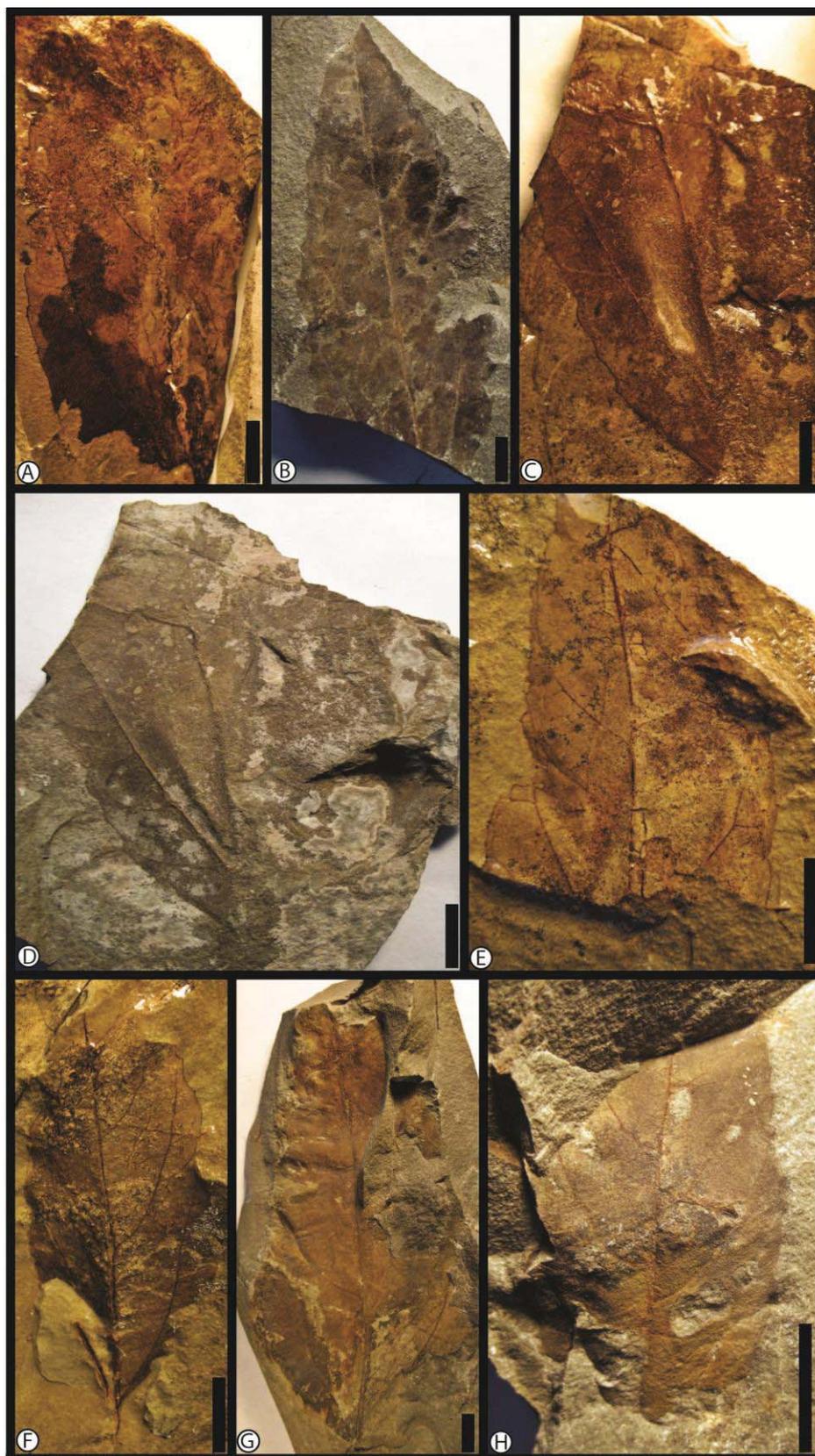
Apéndice 4. Matriz de datos con la que se hizo el análisis.

Familia		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_10	C_11	C_12	C_13	C_14	C_15	C_16	C_17	C_18	C_19	C_20	C_21	C_22	C_23	C_24	C_25	C_26	C_27	C_28	C_29	C_30
Fósiles	F_8	2	2	1	2	999	1	49	2	1	57	999	3	2	2	1	3	3	1	6	1	1	2	1	2	3	1	2	2	1	13
	F_8.3	2	2	1	999	999	1	60	2	1	50	2	3	2	4	1	3	3	1	3	999	1	2	1	2	3	1	2	1	1	27
	F_8.1	2	2.1	1	1	1	1	999	999	1	68	2	5	999	999	999	3	1	2	1	999	2	2	1	2	1.5	1	2	1	1	47
	F_6.2	2	1.5	3	1	2	999	999	999	999	999	999	5	2	999	1	3	1	1	3	1	1	3	999	999	999	999	999	999	999	999
	U_1	1	1.96	1	2	2	1	40	2	1	75	5	3	1	1	1	3	3	1	3	1	1	999	1	1	4	2	2	1	1	39
	U_2	2	4.47	1	2	2	1	45	2	1	55	6	3	2	2	2	3	2	3	1	2	1	1	1	1	2	2	2	3	1	27
	U_3	1	2.1	1	2	1	1	45	1	3	69	2	3	2	2	1	3	3	1	3	1	1	3	1	1	5	2	999	999	1	24
	U_4	2	1.5	1	2	2	1	58	2	1	83	4	3	2	2	1	3	3	1	3	2	1	1	1	1	4	2	1	999	1	40
Urtiucaceae	U_5	2	1.69	1	2	2	1	42	2	1	85	2	3	1	3	1	2	3	1	3	1	1	999	1	2	3.5	2	2	4	1	30
	U_6	2	2	1	2	2	1	48	2	1	64	2	3	2	2	1	3	3	1	3	1	1	999	1	2	2	2	2	1	1	22
	U_7	2	2	1	2	2	1	46	1	1	71	2	3	2	2	1	3	3	1	5	999	1	999	1	1	4	2	2	4	1	4
	U_8	1	2	1	2	2	1	48	2	1	84	2	3	2	3	2	3	3	1	999	999	999	999	1	1	3	2	2	3	1	32
	U_9	2	1.55	1	2	2	1	69	1	1	88	2	3	2	4	2	3	3	1	6	1	1	1	1	1	2	2	2	3	1	43
	U_10	2	1.8	1	2	2	2	39	2	1	69	2	3	2	2	1	3	3	1	1	1	1	3	1	1	2.5	2	1	999	1	5
	U_11	2	2.1	1	2	2	1	42	1	1	63	2	3	2	2	2	3	3	3	1	2	1	1	1	1	2	2	2	3	1	7
	U_12	2	1.72	1	2	2	2	71	2	2	92	4	3	2	2	1	2	3	1	3	1	1	1	1	1	3.5	2	2	1	2	7
	E_1	1	2.33	1	2	2	2	48	2	1	87	2	3	2	4	1	2	3	1	4	1	1	999	1	1	5	2	2	4	1	25
	E_2	2	1.4	1	2	2	2	50	1	1	88	4	5	2	2	1	3	3	3	6	3	1	999	1	1	5	2	2	5	1	7
	E_3	1	1.5	1	2	2	1	65	2	1	79	2	3	2	3	1	1	3	1	3	3	3	999	1	1	6	2	999	999	2	42
	E_4	2	2.13	1	2	2	1	43	2	1	71	2	5	2	4	1	3	3	1	3	3	1	999	1	2	3	2	2	1	3	26
Euphorbiaceae	E_5	1	2	1	2	2	1	41	2	1	61	2	3	1	3	1	3	3	1	2	1	1	999	2	2	4.5	2	2	1	1	31
	E_6	2	1.56	1	2	2	1	67	2	1	85	2	5	2	4	1	3	3	1	3	3	1	999	1	2	5	2	2	5	1	41
	E_7	2	1.91	1	2	2	1	49	1	2	91	2	3	3	4	1	2	3	1	3	1	1	999	1	2	3	2	2	1	2	45
	E_8	1	1.25	1	2	2	1	54	1	1	61	4	5	999	3	1	2	3	1	3	2	999	1	1	2	2	1	2	1	3	1
	E_9	1	1.96	1	2	2	1	34	2	1	85	4	3	1	1	1	2	3	1	1	3	1	1	1	2	6	2	2	1	3	46
Malvaceae	M_1	1	2.33	1	2	2	1	42	2	1	71	4	5	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	2	3	2	2	1	999	1	6
	M_2	1	2	1	2	2	1	37	1	1	82	4	5	2	2	1	2	3	1	1	1	1	999	1	4	5	2	2	1	1	24
	M_3	2	2.8	1	2	2	2	42	1	1	88	5	5	1	4	1	2	2	1	2	1	999	1	1	2	7	1	2	999	1	9

Familia		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_10	C_11	C_12	C_13	C_14	C_15	C_16	C_17	C_18	C_19	C_20	C_21	C_22	C_23	C_24	C_25	C_26	C_27	C_28	C_29	C_30
Familia	M_4	1	2.66	1	2	2	1	36	1	1	89	3	5	999	1	1	3	2	1	3	1	1	999	1	2	5	2	2	1	1	2
	M_5	1	1.25	1	2	2	1	63	2	1	89	2	5	1	3	1	3	2	1	999	999	999	999	1	2	5	1	2	1	1	3
	M_6	2	2.18	1	2	2	1	40	2	1	62	2	3	2	1	1	3	3	1	5	999	2	1	1	2	2.5	1	2	1	2	10
	M_7	1	1.57	1	2	2	1	46	2	1	86	1	3	999	999	1	3	3	1	999	999	999	999	2	3	4	2	2	999	1	28
	M_8	2	1.77	1	2	2	1	60	2	2	133	4	5	2	2	1	3	2	3	6	1	1	999	2	2	4	2	2	1	1	8
	M_9	2	1.9	1	2	2	1	40	2	2	91	5	5	2	2	1	1	3	3	6	2	1	2	1	2	3	1	2	1	3	6
	M_10	1	1.7	1	2	2	1	50	2	1	78	2	5	3	4	1	2	3	1	6	3	2	2	2	3	4.5	2	2	1	1	12
	M_a1	1	1.3	1	2	2	2	70	2	2	130	4	9	2	4	1	3	3	1	6	1	1	2	1	1	2	1	999	999	2	2
	M_a2	1	3	1	2	2	2	16	2	1	81	2	5	1	4	1	3	3	1	6	1	1	2	1	1	2.5	1	2	1	2	50
	M_a3	1	1.6	2	2	2	2	78	1	2	139	4	3	3	2	1	3	3	2	5	1	3	2	1	1	6	1	2	1	999	1
	M_a4	1	1.6	1	2	1	1	40	2	2	110	2	5	2	4	1	3	3	2	6	1	1	2	1	2	7	2	2	1	2	17
	M_a5	1	2.1	3	2	2	2	70	1	2	96	2	3	2	4	1	3	3	1	1	1	1	2	1	2	5	2	2	1	2	51
M_a6	1	1.5	1	2	1	1	62	2	2	126	2	3	3	4	1	3	3	1	1	1	1	2	1	1	3	2	2	1	2	51	
M_a7	1	2.2	1	2	1	1	57	2	2	132	2	3	2	2	1	3	3	1	1	1	1	2	1	2	4	1	2	1	2	51	
Malvaceae	M_a8	1	2.3	1	2	1	1	35	2	2	131	6	5	2	4	1	3	3	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	17
	M_a9	1	2.6	1	2	1	1	23	2	2	83	2	3	2	4	1	3	3	1	1	1	1	2	1	2	4	1	2	1	2	19
	M_a10	1	2.4	2	2	1	1	45	2	2	104	2	5	2	4	1	3	3	1	1	1	1	2	1	1	6	2	2	1	2	49
	M_a11	1	2.2	1	2	2	2	54	2	2	119	2	5	2	4	1	3	3	1	1	1	1	2	1	2	4	1	2	1	2	18
	M_a12	1	1.7	1	1	1	1	43	2	2	113	999	3	2	4	1	3	3	1	1	1	1	2	1	2	4	2	2	1	2	51
	S_1	2	2.22	1	2	2	1	32	1	1	64	2	3	1	1	1	2	3	1	3	1	1	1	1	2	3	2	2	1	3	15
	S_2	1	2	1	2	2	1	49	2	1	96	2	5	1	1	1	2	3	1	3	1	1	999	1	3	6	2	2	2	1	23
	S_3	2	1.83	1	2	2	2	38	2	1	84	2	3	1	1	1	2	2	1	6	2	1	3	2	3	5	1	2	2	1	28
	S_4	2	2.37	1	1	1	1	51	1	1	74	2	3	1	1	1	1	2	1	6	1	1	1	2	3	5	2	999	999	1	16
	S_5	999	999	1	2	2	1	61	2	1	73	2	3	1	1	1	2	3	1	2	1	999	999	1	2	999	2	999	999	3	19
	S_6	1	1.44	1	2	2	1	58	2	2	105	1	5	1	1	1	2	3	3	999	999	999	999	2	3	3.5	2	999	999	3	21
	S_7	2	2.14	1	2	2	1	42	1	1	83	5	3	1	1	1	2	3	3	7	1	1	999	2	3	3	2	999	999	3	37
S_8	1	2.5	1	2	2	1	46	2	1	86	5	3	1	1	1	2	2	1	2	1	1	999	1	3	5	2	2	2	1	18	
S_9	2	1.57	1	2	2	1	60	2	2	141	4	3	1	1	1	1	2	1	6	1	999	999	1	3	5	2	999	999	1	44	
S_10	2	1.2	1	2	2	1	78	2	2	111	4	5	2	2	1	2	2	1	6	2	3	1	2	3	4.5	2	2	1	1	11	
S_11	1	2.4	1	2	2	1	37	2	2	120	5	3	2	2	1	4	2	3	3	1	999	999	2	3	4	2	2	1	1	17	
S_12	2	1.66	1	2	2	1	66	2	2	99	4	5	1	1	1	2	3	1	2	1	1	999	2	3	3	2	999	999	1	29	

Familia		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_10	C_11	C_12	C_13	C_14	C_15	C_16	C_17	C_18	C_19	C_20	C_21	C_22	C_23	C_24	C_25	C_26	C_27	C_28	C_29	C_30	
Familia	S_13	1	2.4	1	2	1	1	58	2	1	89	5	3	1	1	1	2	3	1	6	1	1	999	2	4	4	2	2	3	3	36	
	S_14	1	1.8	1	2	2	1	60	2	2	111	4	3	1	3	1	1	2	1	5	999	3	1	2	3	6	2	2	1	2	14	
	S_a1	1	1.94	1	2	1	1	37	2	2	120	4	7	2	2	1	3	3	1	6	1	1	2	1	2	9	2	2	1	2	29	
	S_a2	1	1.5	1	1	2	1	60	2	2	128	5	7	1	2	1	3	3	1	1	1	1	2	1	2	7	1	2	1	2	24	
	S_a3	1	1.73	1	2	2	1	48	2	2	127	5	5	1	2	1	3	3	1	2	1	1	2	1	2	7	2	2	1	2	47	
	S_a4	1	1.48	1	2	2	1	59	2	2	123	5	5	999	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	2	5	1	2	1	2	48
	S_a5	1	1.75	1	2	2	1	58	2	2	120	2	5	2	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	2	6	2	2	1	2	8
	S_a6	1	2.57	1	2	2	999	45	2	2	107	2	5	2	2	1	1	3	1	1	1	1	2	999	999	999	999	999	999	999	999	999
	S_a7	1	1.66	1	2	1	1	63	2	2	122	2	5	1	2	1	3	3	1	1	1	1	2	1	1	8	2	2	1	2	11	
	S_a8	1	1.72	2	2	1	1	100	1	2	119	4	5	2	3	1	3	3	1	2	1	1	1	1	2	10	2	2	1	2	14	
S_a9	2	1.38	1	2	2	1	77	2	2	120	3	5	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	999	999	999	999	999	999	999	999	999	
S_a10	1	1.69	1	1	2	1	58	2	2	144	4	5	2	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	2	5	1	2	1	2	36	
Malveacee	S_a11	1	1.47	1	2	2	1	80	1	2	121	3	5	2	2	1	3	3	1	2	1	1	999	1	2	4	2	2	1	2	49	
	S_a12	3	2.25	1	2	2	1	64	1	2	105	5	5	999	999	1	3	3	1	1	1	1	1	1	2	9	1	2	1	2	1	
	T_1	1	1.5	1	2	2	2	63	2	2	93	2	5	999	3	1	3	3	1	3	2	999	999	1	4	6	2	999	999	1	14	
	T_2	1	2.66	1	2	2	1	47	1	1	85	2	3	1	2	1	2	2	1	3	999	1	999	1	3	5	2	2	1	3	32	
	T_3	2	2.87	2	2	2	1	39	1	1	64	2	3	1	2	1	3	3	1	3	2	1	999	1	2	4	2	999	999	1	14	
	T_4	2	3.14	1	2	2	1	51	2	1	75	5	3	2	2	1	3	3	1	4	2	1	999	1	2	5	2	999	999	1	15	
	T_5	2	1.66	1	2	2	2	89	2	1	89	5	3	1	3	1	3	3	1	4	1	1	3	1	3	4	1	2	1	2	27	
	T_6	2	2.87	1	2	2	2	42	2	1	65	2	3	2	2	1	3	3	1	3	1	1	3	1	2	4	2	2	1	2	2	
	T_7	2	2.62	1	2	2	2	31	1	1	62	2	3	2	2	1	2	3	1	1	1	2	1	1	3	5	2	2	1	2	2	
	T_8	1	2.28	1	2	1	1	44	1	1	84	2	3	2	2	1	3	3	1	6	1	1	999	2	3	6	2	999	999	1	5	
	T_9	1	1.87	1	2	1	1	35	2	1	84	2	3	1	3	1	3	3	1	6	999	1	999	2	3	5	2	2	1	1	6	
	T_10	2	2.62	1	2	2	1	48	1	1	54	2	5	2	2	1	3	3	1	6	2	2	1	2	2	6	2	2	1	1	35	
	T_11	2	2.4	1	2	2	1	34	2	1	64	2	5	2	2	1	3	3	1	999	999	999	999	2	2	4	2	2	1	2	20	
	T_12	1	2.16	1	2	2	1	57	1	1	89	2	3	999	999	999	3	999	999	999	999	999	999	2	3	7	2	999	999	2	34	
T_13	2	2.5	1	2	2	1	51	2	1	66	2	5	2	2	1	3	3	999	3	999	999	999	1	3	4	2	2	1	1	33		
T_14	2	2	1	2	2	1	44	2	1	85	2	5	2	2	1	3	3	1	3	2	999	999	1	4	3	2	2	999	2	31		

Apéndice 5. Otros ejemplares de los morfotipos anteriores. A-D. Salicaceae, aff. *Plerathodendron* (escala=1cm); E, F, G y H. aff. Malvaceae (escala=1cm).



Apéndice 6. Otros ejemplares del morfotipo 6.3 perteneciente a la familia Lauraceae (escala=1cm).



Apéndice 7. Hoja del género *Hovenia*, familia Rhamnaceae, presentada en la tesis del Dr. Peter Wilff y morfotipo 5.0 parte de los ejemplares presentados.

